

JULIANY DE BITENCOURT

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Ginkgo biloba* L. (GINKGOACEAE)

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Botânica do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas

Co-Orientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler

CURITIBA

2006

À minha mãe, Rosa Maria de
Bitencourt, por todo amor, carinho,
cuidado, confiança e apoio.

À mim, pela realização deste trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas, pela orientação, por acreditar em mim e no meu potencial. Por todo o companheirismo, dentro e fora da Universidade, pelas discussões esclarecedoras acerca do meu trabalho, pela paciência e cuidado durante esses anos de parceria e amizade.

Ao Prof. Dr. Henrique Soares Koehler, pela orientação na análise estatística.

À Profa. Dra. Cleusa Bona, pela utilização do Laboratório de Botânica Estrutural e pela gentileza na revisão da análise anatômica do material.

À Juliana Lischka Sampaio Mayer, pela parceria no trabalho da alporquia e por todo auxílio em relação à parte experimental da análise anatômica.

Aos funcionários do Departamento de Botânica: José Carlos, Nilson, Narciso, Renato e Dona Betinha, que sempre me auxiliaram em tudo o que precisei.

À Empresa Chamel, por gentilmente ceder o material vegetal utilizado nos experimentos e à Embrapa Florestas, pelo fornecimento de parte do material utilizado nos experimentos.

À CAPES, pelo suporte financeiro do último ano.

A todos os colegas dos cursos de Pós-Graduação em Botânica e Produção Vegetal, por todo auxílio e companheirismo nestes anos de convivência.

À minha grande amiga Vanessa Coquemala, pela alegria nos momentos difíceis, companheira de todas as horas, com quem sei que posso contar, sempre.

À minha amiga Anousca Evelin, sempre presente nos momentos importantes da minha vida, por todo apoio a mim dedicado.

À Ariane Portella, estagiária dedicada e sempre disposta a ajudar, que me auxiliou tantas vezes no decorrer do último ano e tornou o ambiente de trabalho mais alegre e descontraído.

Aos “amigos da coordenação”, por tudo o que fizeram por mim, sempre.

Ao meu pai, Zeca, por respeitar minhas decisões e dar condições para a realização dos meus sonhos, apesar de todas as dificuldades.

À minha mãe, Rosa, por toda a dedicação, amor, compreensão e zelo.

À minha irmã, Janaina, pelo apoio financeiro, pela torcida, pela confiança no meu potencial e por todo o carinho.

Aos meus padrinhos e a toda a minha família, por todo apoio e incentivo ao meu crescimento e felicidade.

A todos aqueles, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

E ao meu querido Acyr, companheiro nos bons e maus momentos. Por sempre me ajudar quando precisei e por me trazer tanta felicidade. Pelo carinho, compreensão, dedicação, apoio e paciência, principalmente no final desta jornada.

SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3 CAPÍTULO I: ESTAQUIA DE <i>Ginkgo biloba</i> NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO	
RESUMO	15
ABSTRACT	16
3.1 INTRODUÇÃO	17
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.3.1 Resultados do experimento instalado no inverno de 2004	23
3.3.2 Resultados do experimento instalado na primavera de 2004	31
3.3.3 Resultados do experimento instalado no verão de 2005	35
3.3.4 Resultados do experimento instalado no outono de 2005	38
3.3.5 Comparação entre as quatro épocas do ano	42
3.4 CONCLUSÕES	45
3.5 REFERÊNCIAS	46
4 CAPÍTULO II: ESTAQUIA DE <i>Ginkgo biloba</i> UTILIZANDO TRÊS SUBSTRATOS	
RESUMO	49
ABSTRACT	50
4.1 INTRODUÇÃO	51
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	54
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
4.4 CONCLUSÕES	65
4.5 REFERÊNCIAS	66
5 CAPÍTULO III: ALPORQUIA DE <i>Ginkgo biloba</i>	
RESUMO	68
ABSTRACT	69
5.1 INTRODUÇÃO	70
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	72
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
5.4 CONCLUSÕES	76
5.5 REFERÊNCIAS	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
7 REFERÊNCIAS	80

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01-	Médias das temperaturas máximas e mínimas da casa-de-vegetação do laboratório de Macropropagação, entre os meses de julho de 2004 a agosto de 2005	20
GRÁFICO 02-	Médias das temperaturas máximas e mínimas da casa-de-vegetação do laboratório de Macropropagação, entre os meses de julho de 2005 a outubro de 2005	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 01-	Resultados das médias da porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado no inverno de 2004.....	24
TABELA 02-	Resultados das médias da porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado no inverno de 2004.....	25
TABELA 03-	Resultados das médias da porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado na primavera de 2004.....	31
TABELA 04-	Resultados das médias da porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado na primavera de 2004.....	32
TABELA 05-	Resultados das médias da porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado no verão de 2005.....	35
TABELA 06-	Resultados das médias da porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado no verão de 2005.....	36
TABELA 07-	Resultados das médias da porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado no outono de 2005.....	38

TABELA 08-	Resultados das médias da porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado no outono de 2005.....	39
TABELA 09-	Resultados das médias de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas nos experimentos instalados nas quatro estações do ano, nas duas avaliações (aos 60 e 130 dias da instalação).....	42
TABELA 10-	Resultados da análise de variância para a porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; para os 6 tratamentos com fitorreguladores e 3 substratos.....	59
TABELA 11-	Resultados da comparação de médias para porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> enraizadas, provenientes da interação dos 6 tratamentos com fitorregulador e dos 3 substratos.....	60
TABELA 12-	Resultados da comparação de médias para número de raízes e comprimento das três maiores raízes por estaca enraizada de <i>Ginkgo biloba</i> , provenientes da interação dos 6 tratamentos com fitorregulador e dos 3 substratos.....	61
TABELA 13-	Resultados da comparação de médias para porcentagem de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> vivas, com calos e mortas, provenientes da interação dos 6 tratamentos com fitorregulador e dos 3 substratos.....	64
TABELA 14-	Resultados obtidos entre os diferentes tratamentos aos 70 e 90 dias após a realização dos alporques de <i>Ginkgo biloba</i>	74

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01- **A.** Planta matriz de *Ginkgo biloba* na primavera/verão. **B.** Planta matriz de *Ginkgo biloba* no outono/inverno. **C.** Confecção das estacas. **D.** Experimento instalado. **E.** Estaca com calo. **F.** Detalhe do calo. **G.** Estaca enraizada. **H.** Detalhe da raiz..... 22
- FIGURA 02- Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas no inverno de 2004. **A.** Vista geral evidenciando periderme (pe), córtex (c), floema (f), faixa cambial (fc) e xilema secundário (xs). Observar drusas (d) no córtex e esclereídes (es) na região externa do floema. **B.** Teste microquímico negativo para presença de compostos fenólicos. **C.** Teste microquímico positivo para presença de amido (seta)..... 28
- FIGURA 03- Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado no inverno de 2004. **A.** Vista geral evidenciando o surgimento de um calo (ca) no córtex (c), periderme (pe), canais secretores (cs), floema (f), faixa cambial (fc), xilema secundário (xs), medula parenquimática (mp) e raios parenquimáticos (rp). **B.** Teste microquímico negativo para presença de compostos fenólicos (seta). **C.** Teste microquímico positivo para presença de amido, apenas na região mais externa do calo (seta)..... 29
- FIGURA 04- Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado no inverno de 2004. **A.** Vista geral evidenciando periderme (pe), canal secretor (cs), córtex (c), floema (f), faixa cambial (fc), xilema secundário (xs) e medula parenquimática (mp). Observar drusas (d) no córtex e esclereídes (es) na região externa do floema. **B.** Vista geral evidenciando a raiz formada (r) e xilema secundário (xs) da estaca. **C.** Vista geral evidenciando raiz (r), xilema secundário (xs) e conexão vascular (cv) entre os dois. **D.** Detalhe da conexão vascular (cv). **E.** Teste microquímico positivo para presença de compostos fenólicos (setas). **F.** Teste microquímico positivo para presença de amido (setas)..... 30
- FIGURA 05- Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas na primavera de 2004. **A.** Vista geral evidenciando periderme (pe), córtex (c) com drusas (d) e células com conteúdo denso (ccd), floema (f), faixa cambial (fc) e xilema secundário (xs). Observar esclereídes (es) jovens na região externa do floema. **B.** Teste microquímico positivo para presença de compostos fenólicos (setas). **C.** Teste microquímico positivo para presença de amido (seta)..... 34

FIGURA 06-	Secções transversais de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> coletadas no verão de 2005. A. Vista geral evidenciando periderme (pe), canal secretor (cs), córtex (c), floema (f), faixa cambial (fc), xilema secundário (xs), medula parenquimática (mp) e raios parenquimáticos (rp). Observar esclereídes (es) jovens na região externa do floema. B. Teste microquímico negativo para presença de compostos fenólicos. C. Teste microquímico positivo para presença de amido (setas).....	37
FIGURA 07-	Secções transversais de estacas de <i>Ginkgo biloba</i> coletadas no outono de 2005. A. Vista geral evidenciando periderme (pe), canal secretor (cs), córtex (c), floema (f), faixa cambial (fc), xilema secundário (xs) e raios parenquimáticos (rp). Observar esclereídes (es) jovens na região externa do floema. B. Teste microquímico negativo para presença de compostos fenólicos. C. Teste microquímico positivo para presença de amido (setas).....	41
FIGURA 08-	Experimento realizado no inverno de 2005 utilizando 3 substratos. A. Plantio realizado em tubetes, utilizando coxim e casca de arroz carbonizada como substratos. B. Estacas brotadas, após cerca de 100 dias da instalação. C. Plantio realizado em caixas plásticas, utilizando areia como substrato. D. Estaca enraizada e brotada. E. e F. Detalhe de raízes.....	57
FIGURA 09-	Alporquia de <i>Ginkgo biloba</i> . A. e B. Confecção do alporque. C. Alporque enraizado. D. Raízes formadas.....	73

RESUMO

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) é uma espécie arbórea, dióica, caducifólia, com folhas lobadas em forma de leque, de grande valor ornamental e bastante estudada na farmacologia. A estaquia é um método de propagação vegetativa bastante utilizado na produção de mudas, por independência da produção de sementes e preservar as características da planta matriz. Fitorreguladores como as auxinas são utilizados para promover a formação de raízes adventícias em estacas, uma vez que estimulam a divisão e diferenciação celular. Este trabalho consiste em três experimentos realizados com propagação vegetativa de *Ginkgo*, a fim de otimizar a produção de mudas da espécie. O primeiro experimento foi realizado com estaquia de *G. biloba* nas quatro estações do ano e tratamentos com as auxinas sintéticas ácido indol butírico (IBA) e ácido naftaleno acético (NAA), cujos melhores resultados foram observados no inverno de 2004, com 15% de enraizamento no controle, aos 130 dias da instalação. As demais estações apresentaram altas taxas de mortalidade, chegando a 100% na primavera de 2004. O segundo experimento foi realizado no inverno de 2005, com estaquia de *G. biloba* em três substratos (areia, coxim e casca de arroz carbonizada) e aplicação de IBA. As maiores porcentagens de enraizamento foram observadas com a utilização com coxim como substrato e aplicação de IBA em talco, nas concentrações de 4000 e 8000 mgkg⁻¹ (45,00 e 46,25% respectivamente). O terceiro experimento foi realizado com alporquia de *G. biloba* e aplicação de IBA veiculado em pasta de lanolina nos alporques, utilizando coxim como substrato. As maiores porcentagens de enraizamento foram obtidas com aplicação de 3000 mgkg⁻¹ IBA, com 80% dos alporques enraizados.

Palavras-chave: Enraizamento, estaquia, alporquia, auxinas.

ABSTRACT

VEGETATIVE PROPAGATION OF *Ginkgo biloba*

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) is a shrubby species, dioic, deciduous, with fan-shaped leaves. The species has great ornamental value, being actually also studied due to its pharmacological traits. Cutting is a vegetative propagation method used to obtain seedlings, since it is independent of seeds, keeping at the same time the traits of the stock plant. Plant growth regulators as auxins are used to promote adventitious roots formation in cuttings, since it increases cellular division and differentiation. The present research about vegetative propagation of Ginkgo consists of three experiments, aiming to optimize Ginkgo seedling production. The first experiment was realized with *G. biloba* cuttings in four seasons of the year and treatments with the synthetic auxins indole butyric acid (IBA) and naphtalene acetic acid (NAA), which bests results were accomplished during the winter of 2004, with 15.00% rooting in control, 130 days after treatment. The other seasons showed a very high mortality rate, being 100.00% during spring of 2004. The second experiment was realized in winter of 2005, with *G. biloba* cuttings treated with IBA and planted in three rooting media (sand, coir dust and carbonized rice bark). The best rooting were accomplished using coir dust as rooting media and 4000 and 8000 mgkg⁻¹ of IBA in powder form as treatment (45.00 and 46.25% respectively). The third experiment was done with *G. biloba* air layering and IBA in lanolin paste treatment, with coir dust as rooting media. The higher rooting percentage was obtained with 3000 mgkg⁻¹ IBA treatment, which showed 80.00% of rooting in air-layered branches.

Key words: Rooting, cutting, air layering, auxins.

1 INTRODUÇÃO

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) é uma espécie que atualmente vem sendo utilizada em arborização urbana nas regiões temperadas por ser resistente a pragas e poluição (BACKES; IRGANG, 2004). Além disso é decídua, de modo que sua folhagem se torna amarelada no outono, antes da queda das folhas, valorizando a espécie para uso em jardinagem. É dióica e tem o tegumento da semente de odor desagradável, o que torna os exemplares femininos preteridos em ornamentação (LORENZI; MATOS, 2000, LORENZI, et al., 2000). Também é bastante estudada em farmacologia, principalmente em casos de distúrbios cardiovasculares e de memória (SIMÕES et al., 2003), cujos resultados ainda geram discussões sobre a eficácia de medicamentos à base de *Ginkgo biloba* (GOLD; CAHILL; WENK, 2003).

A propagação vegetativa se baseia na capacidade de regeneração dos tecidos vegetais e utiliza estruturas vegetativas para produzir uma nova planta, sendo portanto, independente da produção de sementes (EDMOND et al., 1957, ALVRENGA; CARVALHO, 1983).

A estaquia é uma das técnicas de propagação vegetativa mais utilizadas na produção de mudas e consiste na remoção de um ramo ou folha de uma planta matriz, seguido de plantio em substrato adequado à formação de raízes. A partir daí uma nova planta pode se desenvolver (MOTTA, 1995; NAU, 1996).

A alporquia é uma técnica de propagação vegetativa na qual se realiza um anelamento no ramo, sem destacá-lo da planta matriz. Esta região é então envolvida com substrato, utilizando plástico, e raízes adventícias se formarão na região apical deste anelamento (HARTMANN et al., 2002).

As auxinas são hormônios vegetais que estimulam a formação de raízes em diversas técnicas de propagação vegetativa como estaquia e alporquia. A auxina natural mais conhecida é o ácido indol acético (IAA), que é degradado na planta pelo sistema enzimático IAA-oxidase/peroxidase. Em propagação vegetativa são mais comumente utilizadas as auxinas sintéticas ácido indol butírico (IBA) e ácido naftaleno acético (NAA), por serem mais estáveis quimicamente que o IAA, além de não serem degradadas pelo sistema enzimático IAA-oxidase/peroxidase (HARTMANN et al., 2002; TAIZ; ZEIGER, 2004).

A utilização de auxinas sintéticas, também denominadas fitorreguladores, tem como objetivos uniformizar, acelerar e aumentar a porcentagem de enraizamento (BOLLIANI; SAMPAIO, 1998).

Diversos fatores podem influenciar o sucesso da formação de raízes em propagação vegetativa como o vigor da planta matriz, idade e posição dos ramos utilizados, aplicação de fitorreguladores, época do ano, casa-de-vegetação, substrato, entre outros (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; HARTMANN et al., 2002).

A época do ano em que são coletadas as estacas ou realizados os alporques pode influenciar diretamente a formação de raízes devido ao estado fisiológico em que a planta se encontra (BLEASDALE, 1977). De maneira geral, ramos mais jovens possuem maior quantidade de auxinas endógenas e menor grau de lignificação dos tecidos, fatores que podem facilitar o processo de formação de raízes (KERSTEN; TAVARES; NACHTIGAL, 1994; MOTTA, 1995).

O substrato ideal para a produção de mudas varia de acordo com a espécie a ser propagada mas, de forma geral, ele deve permitir aeração na base da estaca e ao mesmo tempo fornecer água para o desenvolvimento das raízes. Além disso, deve ser livre de patógenos, quimicamente estável, de fácil obtenção e preço acessível (DOLE; WILKINS, 1999; KÄMPF, 2000; GONÇALVES; POGGIANI, 2004).

Existem diversos trabalhos com *Ginkgo biloba* publicados na área de farmacologia, porém poucos na área de propagação vegetal, sendo que no Brasil, estes são raros. Assim, este trabalho foi realizado a partir de três experimentos com propagação vegetativa desta espécie: o primeiro foi realizado com estaquia de *Ginkgo biloba* nas quatro estações do ano e aplicação dos fitorreguladores IBA e NAA, com o objetivo de verificar qual a melhor época e melhor tratamento para a propagação desta espécie; o segundo experimento foi realizado com estaquia, no inverno, com aplicação de IBA em solução e talco e plantio das estacas em três substratos (areia, fibra da casca de coco e casca de arroz carbonizada) a fim de verificar a influência dos diferentes substratos no enraizamento da espécie, assim como a aplicação de diferentes concentrações do fitorregulador IBA sob diferentes formas de aplicação e o terceiro experimento foi realizado com alporquia de Ginkgo, na primavera, com objetivo de avaliar a eficiência da técnica na produção de mudas

desta espécie, pela aplicação de IBA em diferentes concentrações, veiculado em pasta de lanolina e utilizando o coxim como substrato.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) é uma árvore decídua que pode chegar a 30 metros de altura, com folhas coriáceas, sem nervura mediana, em forma de leque, podendo apresentar-se bilobadas, fendidas ou inteiras e nervuras dicotomicamente ramificadas saindo do ponto de fixação do pecíolo. No outono, sua folhagem se torna amarela, o que torna a espécie valorizada em jardinagem e arborização urbana. É dióica e possui tegumento da semente carnosos e de odor desagradável, o que torna os exemplares masculinos mais utilizados em ornamentação (JOLY, 1987; LORENZI; MATOS, 2000; LORENZI et al., 2000)

Esta é a única espécie viva da divisão Ginkgophyta, primitiva, e é considerada um fóssil vivo por se tratar de uma espécie extinta de seu ambiente natural, já que não se conhecem populações naturais de *Ginkgo* em nenhuma parte do mundo. Sobreviveu em estado de cultivo na Ásia por ser considerada uma árvore sagrada, foi introduzida na Europa, no século XVIII, e difundida a partir daí como espécie medicinal e ornamental. Existem exemplares com mais de 1000 anos de idade e atualmente é bastante cultivada em parques urbanos e ao longo das ruas em regiões temperadas. A amêndoa da semente tem sabor de peixe e é apreciada como iguaria na China e Japão (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001; BACKES; IRGANG, 2004). É resistente a infestações por insetos, bactérias e alguns tipos de vírus e fungos que normalmente infectam as plantas, além de ser tolerante à poluição urbana e industrial, razões pelas quais a espécie vem sendo valorizada em projetos de arborização urbana (SAUERBRONN, 2005).

É uma espécie de desenvolvimento lento que chega à idade reprodutiva com cerca de 15 a 20 anos (KUANTEN, 2004). Há registros de exemplares existentes no Jardim Botânico Lloyd no Distrito de Darjeeling – Índia, com mais de 55 anos de idade que nunca produziram sementes (ACHARYA et al., 2001).

Há descrições de sua utilização na medicina popular chinesa em 2800 a. C., em casos de doenças respiratórias. Contém dois grupos farmacologicamente importantes: os diterpenos, conhecidos como gincolídeos e os flavonóides, captadores de radicais livres. É indicada em casos de arteriopatas crônicas, corretivo dos sintomas da diminuição intelectual patológica de pessoas idosas, entre outros (SIMÕES et al., 2003).

Medicamentos à base de Ginkgo são usados em tratamento e prevenção de distúrbios da memória, problemas cardiovasculares e principalmente mal de Alzheimer (WILHELM, 1997). Há diversas pesquisas com medicamentos à base de *Ginkgo biloba*, desenvolvidas em Universidades nos Estados Unidos e Europa; porém os resultados obtidos ainda são bastante controversos e não há como fazer comparações diretas entre os estudos, uma vez que os projetos experimentais por eles utilizados são diferentes uns dos outros (FORLENZA, 2003; GOLD; CAHILL; WENK, 2003).

Apesar de controvertidas as evidências científicas de que o suplemento de fato melhore a memória, as vendas de medicamentos à base de *Ginkgo biloba* ultrapassam 1 bilhão de dólares por ano nos Estados Unidos. Na Alemanha, as vendas excedem as de todas as drogas inibidoras da acetilcolinesterase usadas para retardar a perda de memória de pacientes com Alzheimer (http://sciam1.locaweb.com.br/sciam/materia.aspx?mat_codigo=29), sendo este país o maior consumidor dos medicamentos à base de Ginkgo (SCHMID, 1997).

Outro fator estudado atualmente, é a ação cosmética dos extratos à base de *Ginkgo biloba*, por sua ação antiinflamatória e contra os radicais livres. É utilizado no combate à queda de cabelos, em tratamentos para a celulite, varizes, envelhecimento cutâneo e como hidratante para peles secas (SAUERBRONN, 2005).

A propagação vegetativa consiste na utilização de estruturas vegetativas no desenvolvimento de uma nova planta, induzindo a formação de novas raízes ou brotos, ou ambos (EDMOND et al., 1957, McMAHON; KOFRANEK; RUBATZKY, 2002) e baseia-se na capacidade de regeneração dos tecidos vegetais (ALVARENGA; CARVALHO, 1983) sendo um dos métodos mais utilizados na produção de mudas de diversas espécies frutíferas e ornamentais (HARTMANN et al., 2002).

A utilização da propagação vegetativa propiciando a manutenção das características da planta matriz possibilita a produção de produtos padronizados de alta qualidade. Esta pode ser também uma boa alternativa para a reprodução de plantas que produzem poucas sementes, para aquelas cujas sementes germinam com dificuldade e também para aquelas cuja propagação por sementes tenha alto custo. Além disso, permite a multiplicação de indivíduos mais vigorosos e mais

resistentes a determinadas doenças, características estas, selecionadas a partir de uma matriz ideal (EDMOND et al., 1957). Quantidades adequadas de material de qualidade durante todo o ano são fatores importantes na produção de mudas por meio da propagação vegetativa (EGANATHAN et al., 2000).

Uma forma simples da propagação vegetativa é a estaquia, que consiste em destacar uma parte da planta e plantá-la em substrato adequado para que surjam raízes e se origine uma nova planta (MOTTA, 1995).

A propagação vegetativa por meio da técnica da estaquia é a mais utilizada em diversas culturas e a formação de raízes adventícias na estaca é dependente da capacidade das células se desdiferenciarem e reiniciarem o processo de divisão celular, a fim de formar um novo ponto de crescimento meristemático (HARTMANN et al., 2002). Em estaquia, raízes adventícias podem se formar a partir de grupos de células já maduras de caules e folhas que entram no ciclo de divisão celular e retomam a capacidade de se multiplicar e se diferenciar (KERBAUY, 2004).

O processo de estaquia não se limita ao ato de remover um ramo da planta matriz e colocá-lo num substrato para o enraizamento. Isto pode definir o processo de uma forma geral, mas há muitos aspectos envolvidos que influenciam no resultado de enraizamento ou não da estaca. A idade da planta matriz e o local do ramo onde foi coletada a estaca, por exemplo, podem influenciar drasticamente no resultado do enraizamento (NAU, 1996).

Da mesma forma, fatores como vigor da planta matriz, idade dos ramos coletados, presença de inibidores endógenos, relação carbono/nitrogênio e substâncias reguladoras vegetais também podem influenciar no processo de formação de raízes em estacas (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; WACHOWICZ; CARVALHO, 2002). Ramos mais jovens tendem a enraizar com maior facilidade, assim como ramos retirados de plantas em bom estado nutricional, com grande quantidade de carboidratos, que serão os fornecedores da energia necessária ao desenvolvimento das raízes (HARTMANN et al., 2002).

As plantas possuem hormônios vegetais denominados auxinas que podem induzir a formação de raízes adventícias em estacas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Esta capacidade de indução do enraizamento é bastante utilizada em propagação vegetativa, onde as auxinas sintéticas, também denominadas fitorreguladores, são aplicadas nas bases das estacas (DOLE; WILKINS, 1999).

Tratar as estacas com fitorreguladores tem como objetivos aumentar a porcentagem de enraizamento em menor espaço de tempo, com maior número, maior vigor e maior uniformidade das raízes (BOLIANI; SAMPAIO, 1998). Estas características acabam por diminuir o tempo de permanência da estaca no leito de enraizamento (FERRI, 1997), acelerando assim o tempo de formação da muda (ALVARENGA; CARVALHO, 1983). Outro fator importante é o de que as mudas com melhor sistema radicial terão maiores chances de sobrevivência e desenvolvimento mais vigoroso e rápido, proporcionando melhor ancoragem quando transplantadas para o campo, o que diminui a perda por mortalidade (REIS et al., 2000).

O ácido indol acético (IAA) é uma auxina natural, isto é, um hormônio promotor do crescimento das plantas. É sintetizado principalmente no meristema apical e em folhas jovens e transportado para outros tecidos participando do seu crescimento e diferenciação (AWAD; CASTRO, 1992). Seu transporte se dá em sentido polarizado, a partir do meristema apical até as extremidades das raízes. Não há acúmulo do hormônio na raiz porque ele é destruído por enzimas inativadoras da auxina devido à alta sensibilidade do tecido. Quando aplicada em estacas caulinares, a auxina estimula a produção de raízes até certas concentrações, a partir das quais o efeito se torna inibitório (FERRI, 1997).

O IAA pode ser degradado na planta pela oxidação enzimática e foto-oxidação, sendo que a primeira é a principal maneira de destruição e o sistema enzimático responsável por este processo é o IAA-oxidase/peroxidase (WACHOWICZ; CARVALHO, 2002; TAIZ; ZEIGER, 2004). As concentrações de auxina na planta são controladas por variações na velocidade de síntese, destruição e inativação (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001), sendo que a quebra do ácido indol acético garante que o nível dependa de nova síntese, regulando a taxa hormonal (MOHR; SCHOPFER, 1995).

As auxinas induzem a formação de raízes adventícias em estacas porque são capazes de reverter a diferenciação celular, causando desdiferenciação e reinstalando o processo de divisão celular (MOHR; SCHOPFER, 1995; KERBAUY, 2004).

As auxinas são os principais hormônios envolvidos no controle da expansão celular, uma vez que estão envolvidas no aumento da plasticidade da parede da

célula e este efeito de expansão celular, em escala macroscópica, se traduz no crescimento de tecidos e órgãos vegetais (CASTRO; VIEIRA, 2001; MAJEROWICZ et al., 2003).

Ramos jovens e vigorosos em desenvolvimento ativo devem ser as principais fontes de estacas (MOTTA, 1995), pois estes ramos em pleno crescimento, com grande emissão de gemas e folhas jovens, são importantes fontes de auxinas endógenas, além de apresentarem menor grau de lignificação, o que pode facilitar a saída das raízes (KERSTEN; TAVARES; NACHTIGAL, 1994). Estacas apicais apresentam níveis mais elevados de auxinas do que estacas intermediárias, já que as auxinas são produzidas principalmente em tecidos jovens e em desenvolvimento (HARTMANN et al., 2002). FERRI (1985) afirma que regiões de crescimento ativo possuem altas concentrações de auxinas, enquanto em tecidos adultos e já diferenciados ocorre justamente o contrário, isto é, estas concentrações caem a níveis muito baixos.

O ácido indol butírico (IBA) e o ácido naftaleno acético (NAA) são auxinas sintéticas que apresentam propriedades semelhantes ao IAA e portanto, podem estimular o enraizamento de estacas (ALVARENGA; CARVALHO, 1983).

O IBA e o NAA são mais efetivos do que o IAA no enraizamento e isto ocorre porque as auxinas sintéticas permanecem mais tempo ativas nas plantas (MOHR; SCHOPFER, 1995; HARTMANN et al., 2002), isto é, não são degradadas pela planta tão rápido quanto o IAA (TAIZ; ZEIGER, 2004) por serem resistentes à oxidação por enzimas que degradam as auxinas naturais e por serem mais estáveis quimicamente. Seu baixo custo justifica a larga aplicação comercial (HOPKINS, 1999). Em estaquia, a maior parte da auxina absorvida pelo tecido é inativada por conjugação enzimática e desta forma, menos de 1% da auxina absorvida permanecerá ativa no tecido (KERBAUY, 2004).

O efeito mais efetivo do NAA em relação ao IAA na indução da formação de raízes nas estacas de *Pinus taeda* provavelmente se deve à maior rapidez com que o IAA é metabolizado na estaca (DIAZ-SALA et al., 1996).

Em experimento realizado com *Dianthus caryophyllus*, BARATHY, SONAWANE e SASNU (2004) observaram que a aplicação de 500 mgL⁻¹ de NAA acelerou o processo de enraizamento das estacas, além de promover maior número de raízes por estaca e maior peso seco e fresco das raízes formadas.

Em experimento realizado com miniestaquia de *Cedrela fissilis*, a aplicação de IBA não apresentou influência no enraizamento das miniestacas. Isto pode ocorrer pelo fato de se tratar de material juvenil, o qual pode possuir um balanço hormonal interno favorável ao enraizamento (XAVIER et al., 2003).

RAO et al. (2000), em experimento realizado com cinco espécies medicinais, observaram que apesar das porcentagens de enraizamento se mostrarem altas mesmo nas estacas não tratadas com fitorreguladores, a aplicação destes acelerou o processo de formação de raízes, o qual foi diminuído à metade (média geral de quatro semanas no controle, para média geral de duas semanas nas estacas tratadas).

Em experimento com *Ficus pumila*, a aplicação de IBA proporcionou aumento no enraizamento de cerca de 45% em média no controle, para cerca de 95% em média nas estacas tratadas com o fitorregulador, em estacas juvenis. Já em estacas maduras, o incremento no enraizamento foi de cerca de 10% em média no controle, para cerca de 80% em média nas estacas tratadas (DAVIES, 1984).

EGANATHAN et al. (2000), realizando experimento com três espécies de *Rhizophora*, observaram que a melhor resposta de enraizamento para as três espécies ocorreu em estacas basais tratadas com 1500 mgL^{-1} de IBA. O fitorregulador teve grande efeito no enraizamento das estacas destas espécies, aumentando o enraizamento de cerca de 30% nos controles para cerca de 75% nas estacas tratadas.

VALMORBIDA e LESSA (2005), estudaram o enraizamento de *Ginkgo biloba* com material caulinar coletado no verão e observaram que a aplicação de 2000 mgL^{-1} de IBA proporcionou a maior porcentagem de estacas enraizadas (80,55%, contra 55,56% de enraizamento da testemunha).

Os fitorreguladores podem ser aplicados na base das estacas na forma de talco ou solução. A aplicação na forma líquida é mais uniforme e por isso pode resultar em dados mais consistentes (DOLE; WILKINS, 1999).

A aplicação de um fitorregulador não garante necessariamente um incremento no enraizamento das estacas e isto pode ser explicado por já existir uma quantidade suficiente de auxinas endógenas nas estacas capazes de promover o enraizamento das mesmas (KERSTEN; TAVARES; NACHTIGAL, 1994).

A época do ano em que são preparadas as estacas pode influenciar diretamente na eficiência de enraizamento das mesmas. Isso ocorre devido às condições nutricionais da planta matriz, sendo que o balanço correto de nutrientes necessário ao enraizamento pode ser alterado por condições climáticas (BLEASDALE, 1977). Algumas espécies enraízam bem em qualquer época do ano, porém existem aquelas que enraízam melhor na primavera, por estarem em fase de crescimento ativo, com grande produção hormonal e assimilação de nutrientes. Há também aquelas espécies que enraízam melhor quando coletadas no inverno, como por exemplo algumas espécies caducifólias, que possuem reservas no caule suficientes para permitir a formação de raízes (HARTMANN et al., 2002; McMAHON; KOFRANEK; RUBATZKI, 2002).

Em experimento com *Osyris lanceolata*, as taxas de enraizamento mais baixas ($12,5 \pm 2,6\%$) foram obtidas em dezembro, época de produção de novos ramos e folhas nas plantas. Este fato pode ser atribuído à alocação de nutrientes para o desenvolvimento das gemas, o que tornam reduzidos os recursos para o desenvolvimento radicial. A melhor época para o enraizamento foi o mês de setembro ($43,8 \pm 3,9\%$ de estacas enraizadas), após a época de crescimento e grande atividade fotossintética, quando a planta apresentava reserva nutricional acumulada (TEKLEHAIMANOT et al., 2004).

Um fator que pode influenciar no sucesso do enraizamento é a hora da coleta do material a ser utilizado. É ideal que a coleta seja realizada em horários em que a planta não se encontre em deficiência hídrica – primeiras horas da manhã ou à noite – evitando assim a desidratação das estacas (ONO; RODRIGUES, 1996).

Algumas espécies exigem a presença de folhas nas estacas para um enraizamento satisfatório. Isso ocorre porque as folhas são o local de produção dos hormônios e fotoassimilados necessários ao enraizamento (ALVARENGA; CARVALHO, 1983) e portanto, sua presença pode exercer importante papel estimulatório no enraizamento de estacas (HARTMANN et al., 2002). Segundo NAU (1996), estacas com até mesmo uma única folha enraízam mais rapidamente do que aquelas sem folhas, sendo que o tamanho e o número de folhas por estaca deve ser um critério a ser levado em consideração.

As folhas perdem água por transpiração, o que pode levar à desidratação das estacas e, para evitar este problema, reduz-se ao máximo possível o número

de folhas e sua área por estaca e utiliza-se a nebulização, que mantém a umidade ao redor das mesmas, reduzindo a temperatura, o que diminui a taxa de transpiração (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001).

EDMOND et al. (1957), classificam as estacas em: estacas que requerem folhas e estacas que não requerem folhas para o enraizamento. As primeiras são aquelas provenientes de plantas herbáceas e tecidos imaturos, que podem desidratar facilmente, portanto precisam cicatrizar o tecido lesionado na confecção da estaca e enraizar rapidamente. Já as estacas que não requerem folhas são aquelas provenientes de ramos de plantas decíduas lenhosas. Estas estacas possuem carboidratos de reserva no caule que podem ser utilizados na formação das raízes, além de possuírem gemas que são locais de produção de hormônios promotores do enraizamento, translocados para a base da estaca.

Outro fator que pode influenciar no resultado do enraizamento é a presença de co-fatores na estaca. Estes, são substâncias que atuam em conjunto com as auxinas no processo de formação de raízes, dentre os quais estão os boratos, anti-giberelinas, inibidores da síntese de giberelinas e compostos fenólicos. Anti-giberelinas reduzem o crescimento de brotos que poderiam competir com as raízes por nutrientes, propiciando desta forma melhor desenvolvimento radicial (HARTMANN et al., 2002).

Os compostos fenólicos podem diminuir ou aumentar a capacidade de formação de raízes nas estacas. Os polifenóis diminuem a atividade do sistema IAA-oxidase/peroxidase, o que propicia o aumento na concentração de auxinas endógenas e maior sucesso de enraizamento. O contrário ocorre com os monofenóis, que aumentam a atividade daquele sistema enzimático, diminuindo assim a concentração de auxina endógena, o que por sua vez prejudica o processo de enraizamento (JACKSON, 1986; ONO; RODRIGUES, 1996).

Segundo HARTMANN et al. (2002), as espécies podem ser classificadas em três grupos basicamente:

- Fáceis de enraizar: são aquelas que possuem auxinas endógenas e co-fatores suficientes para promover o enraizamento das estacas, que quando submetidas às condições adequadas emitirão raízes com facilidade;
- Relativamente fáceis de enraizar: são aquelas que não possuem as auxinas suficientes, mas possuem os co-fatores necessários para o enraizamento.

Neste caso, quando tratadas apenas com auxinas, as estacas apresentam enraizamento;

- Díficeis de enraizar: são aquelas espécies que possuem as auxinas porém não possuem os co-fatores necessários ao enraizamento. As estacas destas espécies não apresentam enraizamento com a aplicação de auxinas e exigem que outros tratamentos adicionais sejam aplicados às mesmas para que haja o enraizamento.

Quando as estacas são colocadas em condições de enraizamento, comumente ocorre a formação de calos, que são massas irregulares de células parenquimáticas em diferentes estágios de diferenciação, através dos quais as raízes emergem, o que leva a acreditar que sua formação é importante no processo de enraizamento. Porém, a formação das raízes adventícias e de calos é independente e sua ocorrência simultânea se explica pelo fato de ambos envolverem processo de divisão celular, o que pode depender de condições internas e ambientais similares (ARTECA, 1996; FERRI, 1997; HARTMANN et al., 2002).

A formação do calo é essencial para o enraizamento de algumas espécies, enquanto pode prejudicar a formação de raízes em outras. O enraizamento a partir do calo é chamado organogênese indireta e é observado principalmente em espécies de difícil enraizamento (HAMANN, 1998; HARTMANN et al., 2002).

Em experimento realizado com *Debregeasia hypoleuca*, *Coriaria nepalensis*, *Woodfordia floribunda* e *Berberis lycium*, JOSHI et al. (1992) observaram que quando as estacas formavam calos, não havia diferenciação dos tecidos em raízes.

Em caules jovens, as raízes normalmente se formam no parênquima interfascicular, enquanto nos caules maduros, isso ocorre nos raios vasculares próximos ao câmbio (ESAU, 1997). DIAZ-SALA et al. (1996) sugerem que em *Pinus taeda*, um pequeno grupo de células do parênquima vascular diferem de outras células parenquimáticas na sua capacidade em organizar meristemas radiciais em resposta à auxina.

Em experimento com *Ficus pumila*, DAVIES (1984) observou que as estacas maduras só formaram raízes em períodos de grande atividade cambial. Análises anatômicas mostraram que em épocas de altas porcentagens de

enraizamento, as zonas cambiais observadas eram maiores do que aquelas das épocas de baixa porcentagem de enraizamento.

Algumas espécies possuem um anel de fibras composto por células esclerenquimáticas, de parede bastante lignificada, que dão sustentação à planta. Estacas com baixo potencial de enraizamento estão relacionadas a estes tecidos com grande quantidade de fibras e esclereídeos e nestes casos, os raios do floema estão freqüentemente bloqueados por fibras, o que não ocorre em ramos com potencial de formação de raízes. Porém, a presença das fibras pode ser uma barreira mecânica, mas não é o único nem o maior problema no enraizamento das estacas. Algumas espécies que possuem este anel de fibras apresentam enraizamento eficiente, o que pode indicar que a capacidade da estaca emitir raízes está mais ligada a condições fisiológicas do que à restrição mecânica de uma barreira de fibras (BEAKBANE, 1961; HARTMANN et al., 2002).

GOODIN (1965), observou maior grau de lignificação e um anel de fibras ao redor do floema em caules maduros de *Hedera*, quando comparados aos juvenis, onde as fibras eram raras. Isto poderia ser a causa da dificuldade de enraizamento de estacas provenientes de ramos maduros.

O substrato, isto é, o meio onde as raízes se desenvolvem (KÄMPF, 2000), deve permitir que a base da estaca obtenha oxigênio e ao mesmo tempo um bom suprimento de água. O material deve ser poroso, bem drenado e capaz de manter a aeração e retenção de água o suficiente para permitir o bom desenvolvimento radicial (EDMOND et al., 1957).

A porosidade se refere aos espaços dentro do substrato, que serão preenchidos com água ou ar, dependendo do seu tamanho. Por isso, um substrato ideal para uma determinada espécie é aquele que retém água e ar em quantidades ótimas para o seu desenvolvimento. A temperatura correta do meio de enraizamento pode acelerar o processo de formação de raízes e seu valor ótimo varia de espécie para espécie, mas está geralmente entre 22 e 24°C (DOLE; WILKINS, 1999).

Um dos substratos mais comumente utilizados para o enraizamento é a vermiculita, que é uma forma de mica expandida, obtida a partir de aquecimento à temperaturas superiores a 1000°C. Suas principais vantagens são a baixa densidade, elevando a aeração e drenagem; elevada porosidade, com equilíbrio

entre macro e microporos; alta capacidade de retenção de água; pequena variação de características químicas e físicas, ser praticamente isenta de patógenos, plantas invasoras e insetos, além de ser encontrada facilmente em casas de comercialização de produtos agrícolas (KÄMPF, 2000; HARTMANN et al., 2002; GONÇALVES; POGGIANI, 2004).

A areia, que já foi mais comumente utilizada como substrato para o enraizamento de estacas (mas sua utilização tem diminuído), tem baixa retenção de água, de baixa a moderada aeração e é considerada de baixo custo (DOLE; WILKINS, 1999). É um material quimicamente inerte, utilizada geralmente em granulometria grossa para o enraizamento, devendo ser previamente lavada, para evitar contaminações (KÄMPF, 2000).

A casca de arroz carbonizada é outro substrato utilizado no enraizamento de estacas e tem como principais características a homogeneidade quanto ao tamanho de partículas; baixa densidade; alta porosidade; baixa capacidade de retenção de água, porém superior à da areia; oferece boa aeração; é praticamente isenta de inóculos de doenças, planta invasoras e insetos e é considerada de baixo custo (KÄMPF, 2000; GONÇALVES; POGGIANI, 2004).

A fibra da casca de coco (coxim) é uma adição relativamente recente, na lista de possíveis substratos para o enraizamento de estacas; sua qualidade depende da fonte de processamento e seu custo é alto. É de baixa densidade, livre de patógenos e considerada de excelente aeração e excelente retenção de umidade (DOLE; WILKINS, 1999).

3 CAPÍTULO I:

ESTAQUIA DE *Ginkgo biloba* NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO

RESUMO

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) é uma espécie bastante valorizada em jardinagem e muito estudada na farmacologia. É arbórea, decídua, com folhas em forma de leque, dióica e considerada um fóssil vivo. A estaquia é um dos métodos de propagação vegetativa mais utilizados na produção de mudas e as auxinas são os fitorreguladores mais utilizados nesta técnica para estimular a iniciação de raízes adventícias em estacas. Este trabalho teve como objetivos verificar a influência da época de coleta das estacas, assim como a aplicação dos fitorreguladores ácido indol butírico (IBA) e ácido naftaleno acético (NAA) no enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba*. No segundo mês de cada estação (entre inverno de 2004 e outono de 2005), ramos foram coletados e na empresa Chamel, em Campo Largo-PR e transportados para o Laboratório de Macropropagação, no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná. Estacas foram confeccionadas com 10-12cm, desinfestadas em hipoclorito de sódio a 0,5% e tratadas com as seguintes soluções de fitoreguladores: controle, 4000 mgL⁻¹ IBA, 8000 mgL⁻¹ IBA, 4000 mgL⁻¹ NAA e 8000 mgL⁻¹ NAA. O plantio foi realizado em tubetes preenchidos com vermiculita e após 60 e 130 dias da instalação foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, com calos, vivas e mortas, número de raízes por estaca e comprimento médio das três maiores raízes por estaca. Aos 60 dias da instalação o enraizamento observado foi muito baixo (1,25% no verão de 2005 e outono de 2005). O melhor resultado de enraizamento (15,00%) foi observado no inverno de 2004, aos 130 dias da instalação. As demais estações apresentaram alta mortalidade das estacas, chegando a 100,00% na primavera de 2004. Análises anatômicas mostraram que não há barreiras à saída das raízes.

Palavras-chave: Enraizamento, auxinas, IBA, NAA.

ABSTRACT

CUTTING OF *Ginkgo biloba* IN FOUR SEASONS OF THE YEAR

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) is a species with great ornamental value and largely studied due to its pharmacological traits. Is a shrubby species, deciduous, with fan-shaped leaves, dioic and considered as a living fossil. Cutting is one of the most used vegetative propagation methods in seedling production and the auxins are the plant growth regulators more used in this technique to promote rooting in cuttings. The present paper has as its main goals verify the influence of season and the application of plant growth regulators indole butyric acid (IBA) and naphthalen acetic acid (NAA) in rooting of cuttings from *Ginkgo biloba*. On every second month of each season (between winter of 2004 and fall of 2005), branches were collected at Chamel Industry, located at Campo Largo, Paraná State and transported to the Mycropropagation Laboratory of the Federal University of Paraná. Cuttings with 10 to 12 cm of length were made, then disinfected in a 0.5% solution of sodium hypochlorite and treated with the following solutions of plant growth regulators: control, 4000 mgL⁻¹ IBA, 8000 mgL⁻¹ IBA , 4000 mgL⁻¹NAA and 8000 mgL⁻¹NAA. The cuttings were planted in containers filled with vermiculite and after 60 and 130 days, the plants were evaluated for percentage of cuttings with roots, number of cuttings alive, with callus and dead, average number of roots per cutting and length of the three largest roots by cutting. Sixty days after treatment, a low rooting was observed (1.25% in summer of 2005 and fall of 2005). The best rooting (15.00%) was accomplished during the winter of 2004, 130 days after treatment. The other seasons showed a very high mortality rate, being 100.00% being spring of 2004. The anatomical study showed that there is no block on the formation of the adventitious roots.

Key-words: Rooting, auxins, IBA, NAA.

3.1 INTRODUÇÃO

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) é uma árvore caducifólia, dióica, com copa cônica e ramificada densamente quando adulta. Suas folhas têm forma de leque e são irregularmente lobadas, com nervuras lineares saindo do ponto de fixação do pecíolo. É cultivada como ornamental em regiões temperadas, uma vez que, no outono, sua folhagem se torna amarelada, valorizando a espécie pra uso em jardinagem. Possui semente com tegumento carnoso de odor bastante forte e desagradável, razão pela qual se prefere plantar exemplares masculinos em ornamentação (LORENZI; MATOS, 2000; LORENZI et al., 2000).

Além do potencial ornamental, *Ginkgo biloba* apresenta grande potencial medicinal e vem sendo bastante estudada neste campo da ciência. Suas folhas são utilizadas como matéria-prima para a produção de compressas, chás, extratos espessos e secos e na obtenção de formas farmacêuticas sólidas (SIMÕES et al., 2003).

A reprodução vegetativa é o método de propagação mais utilizado na produção comercial de diversas culturas ornamentais e frutíferas tendo como vantagens a reprodução das características da planta matriz, uniformidade nas populações, facilidade na propagação (HARTMANN et al., 2002) e rápido incremento no número de plantas, já que se pode produzir inúmeras mudas a partir de apenas um exemplar da espécie (FERRI, 1997). Esta pode ser também uma boa alternativa para a reprodução de plantas que produzem poucas sementes, para aquelas cujas sementes germinam com dificuldade e também para aquelas cuja propagação por sementes tenha alto custo (EDMOND et al., 1957).

A propagação por estaquia é um dos métodos mais utilizados na multiplicação de muitas espécies e baseia-se na capacidade de regeneração dos tecidos e emissão de raízes, por meio de desdiferenciação e rediferenciação celular e pode ser realizada a partir de caules, folhas ou raízes. Neste último caso, o objetivo é regenerar partes aéreas a partir das raízes (PÁDUA, 1983; CHALFUN et al., 1994).

Existem espécies cujas estacas não enraízam bem em condições naturais, porém podem emitir raízes com certa facilidade quando tratadas com auxinas naturais ou sintéticas (ALVARENGA; CARVALHO, 1983). Tratar as estacas com fitorreguladores tem como objetivos aumentar a porcentagem de enraizamento em

menor espaço de tempo, com maior número, maior vigor e uniformidade das raízes formadas (BOLLIANI; SAMPAIO, 1998).

A época do ano em que são preparadas as estacas pode influenciar diretamente na eficiência do enraizamento das mesmas. Isso ocorre devido às condições fisiológicas da planta matriz, sendo que o balanço correto de nutrientes necessário ao enraizamento pode ser alterado por condições climáticas (BLEASDALE, 1977).

Há diversos trabalhos realizados com *Ginkgo biloba* na área de farmacologia, porém poucos na área de propagação. PING et al. (2000) utilizaram técnicas de micropropagação obtendo sucesso no desenvolvimento de gemas axilares e brotos desta espécie. Brotos e raízes de *G. biloba* foram desenvolvidos a partir de calos por YUN e JIONG (2001). PIMENTA, MATTOS e ZUFFELLATO-RIBAS (2003), estudando a propagação desta espécie por alporquia, observaram altas porcentagens de enraizamento (até 100%).

Por ser esta uma espécie dióica, a produção de mudas por sementes necessita de plantas dos dois sexos e de uma eficiente produção das mesmas. A eventual ausência de exemplares masculinos ou femininos pode dificultar sua propagação. Além disso, o desenvolvimento desta espécie é lento, sendo que as plantas somente chegam à idade reprodutiva com cerca de 15 anos (KUANTEN, 2004).

Assim, este trabalho teve como objetivos estudar o enraizamento de estacas caulinares de *Ginkgo biloba* coletadas nas quatro épocas do ano, pela aplicação de fitorreguladores, a fim de tornar a produção de mudas mais eficiente; assim como verificar a presença de barreiras anatômicas à saída das raízes.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na casa-de-vegetação do Laboratório de Macropropagação do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, entre os meses de julho de 2004 e agosto de 2005. As estacas foram obtidas a partir de ramos de *Ginkgo biloba* provenientes de plantas matrizes de 6 a 7 anos de idade pertencentes à empresa Chamel, em Campo Largo – PR (Figura 01. A e B).

As coletas foram realizadas nas quatro estações do ano, no segundo mês de cada estação conforme segue:

- Inverno/2004: coleta e instalação realizadas no dia 2 de julho de 2004
- Primavera/2004: coleta e instalação realizadas no dia 6 de outubro de 2004
- Verão/2005: coleta e instalação realizadas no dia 7 de janeiro de 2005
- Outono/2005: coleta e instalação realizadas no dia 1 de abril de 2005

Os ramos foram sempre coletados no período da manhã, sendo previamente umedecidos, acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Macropropagação, onde foram colocados em baldes com água até o término da confecção das estacas.

As estacas foram confeccionadas sem folhas, com corte em bisel na região basal do ramo e corte reto acima da última gema apical, mantendo-as com aproximadamente 10 a 12 cm de comprimento e 0,4 a 1,0 cm de diâmetro em média (Figura 01. C). Depois de confeccionadas, as estacas foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 15 minutos, sendo em seguida lavadas em água corrente por 5 minutos.

As bases das mesmas foram imersas por 10 segundos nas soluções de ácido indol butírico (IBA) e ácido naftaleno acético (NAA) conforme os seguintes tratamentos (T), baseados em informações disponíveis em HARTMANN et al. (2002).

T1: controle

T2: 4000 mgL⁻¹ IBA (solução 50% alcoólica)

T3: 8000 mgL⁻¹ IBA (solução 50% alcoólica)

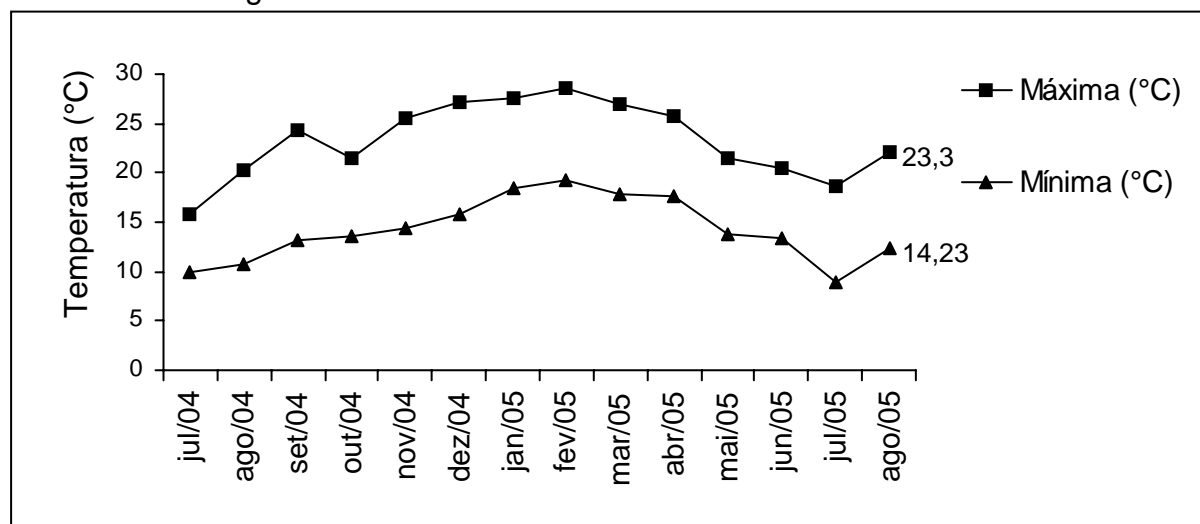
T4: 4000 mgL⁻¹ NAA

T5: 8000 mgL⁻¹ NAA

O tratamento controle consistiu na imersão das bases das estacas em água destilada por 10 segundos.

O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno com capacidade de 53cm³, preenchidos com vermiculita de granulometria média, mantidos em casa-de-vegetação do Laboratório de Macropropagação (Figura 01. D), com nebulização de 5 minutos de duração, programada por timer três vezes ao dia (8:00h, 13:00h e 17:00h). As médias de temperatura máxima e mínima da casa-de-vegetação no decorrer do experimento estão apresentadas no Gráfico 1.

GRÁFICO 01- Médias das temperaturas máximas e mínimas da casa-de-vegetação do laboratório de Macropropagação, entre os meses de julho/2004 a agosto/2005.



Após 60 dias da instalação dos experimentos foram avaliadas as seguintes variáveis:

- porcentagem de estacas enraizadas
- número de raízes por estaca
- comprimento médio das três maiores raízes por estaca (média dos comprimentos pelo número de raízes medidas)
- porcentagem de estacas com calos
- porcentagem de estacas vivas
- porcentagem de estacas mortas.

Em seguida, as estacas avaliadas como vivas e com calos foram replantadas nos tubetes e mantidas na casa-de-vegetação por mais 70 dias, sendo realizada uma nova avaliação, aos 130 dias após a instalação, considerando-se as mesmas variáveis.

O experimento foi realizado segundo um delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições de 20 estacas por unidade experimental. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Inicialmente, as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram as médias dos tratamentos testadas por meio do teste de F, enquanto as que apresentaram heterogeneidade tiveram os valores originais transformados para posterior análise. Quando os resultados revelaram existir diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No momento de cada instalação e das avaliações (aos 60 e 130 dias) do experimento realizado no inverno, foram coletadas amostras das bases de estacas para realização da análise anatômica das mesmas. Amostras de cerca de 1 cm de comprimento foram coletadas e fixadas em FAA 70 por cerca de 72 horas e posteriormente armazenadas em álcool 70%. As análises foram feitas por meio de lâminas semipermanentes e permanentes. Nas lâminas semipermanentes foram realizados testes microquímicos com lugol, para identificação de amido, e cloreto férrico, para a identificação de compostos fenólicos (JOHANSEN, 1940).

Os materiais destinados à preparação de lâminas permanentes foram hidratados, incluídos em polietilenoglicol 1500 + H₂O na proporção de 1:1, por 24 h em frasco fechado em estufa a 60°C. Após esse período, o frasco foi destampado e deixado na estufa por sete dias. As amostras foram incluídas em caixas de papel e levadas ao refrigerador para solidificar. Os blocos foram seccionados em micrótomo rotatório, com 14 µm de espessura. As secções foram lavadas em água, coradas com azul de toluidina (FEDER; O'BRIEN, 1968) e as lâminas, montadas com resina sintética (Permalte®). As fotomicrografias foram realizadas em microscópio Zeiss com câmera digital Sony Cyber-Shot P200® acoplada.



Figura 01 - A. Planta matriz de *Ginkgo biloba* na primavera/verão. **B.** Planta matriz de *Ginkgo biloba* no outono/inverno. **C.** Confeção das estacas. **D.** Experimento instalado. **E.** Estaca com calo. **F.** Detalhe do calo. **G.** Estaca enraizada. **H.** Detalhe da raiz.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A grande quantidade de valores nulos inviabilizou a realização de análise estatística dos dados obtidos nos experimentos realizados na primavera de 2004, verão de 2005 e outono de 2005, assim como os dados obtidos na primeira avaliação do experimento instalado no inverno de 2004.

Nas porcentagens de estacas enraizadas aos 130 dias, estão somados os valores encontrados nas avaliações dos 60 dias.

3.3.1 Resultados do experimento instalado no inverno de 2004

Os resultados médios obtidos na primeira avaliação (60 dias após instalação) estão descritos na Tabela 01. Não foram observadas estacas enraizadas, no entanto a mortalidade foi baixa (menor que 10%) e os tratamentos com as maiores concentrações dos fitorreguladores (8000 mgL⁻¹ IBA e 8000 mgL⁻¹ NAA) apresentaram as maiores porcentagens de calos formados (51,25 e 50,00% respectivamente), o que poderia indicar potencial para o desenvolvimento de raízes (Figura 01. E e F). Em experimento com *Ginkgo biloba*, VALMORBIDA e LESSA (2005) observaram a presença de calos na maior parte das estacas, enraizadas ou não.

Segundo HAMANN (1998), em muitas espécies de difícil enraizamento o desenvolvimento radicial se inicia dentro do calo previamente formado. Este autor observou, em experimento com *Pinus taeda*, que a formação do calo precede o enraizamento das estacas. Porém, em experimento realizado com *Debregeasia hypoleuca*, *Coriaria nepalensis*, *Woodfordia floribunda* e *Berberis lycium*, JOSHI et al. (1992) observaram que quando as estacas formavam calos, não havia diferenciação dos tecidos em raízes.

TABELA 01- Resultados das médias da porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado no inverno de 2004.

	Estacas enraizadas (%)	Nº raízes por estaca	Comp. das 3 maiores raízes (mm)	Estacas vivas (%)	Estacas com calos (%)	Estacas mortas (%)
controle	0,00	0,00	0,00	63,75	33,75	2,50
4000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	58,75	36,25	5,00
8000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	43,75	51,25	5,00
4000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	51,25	43,75	5,00
8000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	41,25	50,00	8,75

A segunda avaliação do experimento foi realizada depois de 70 dias (130 dias após a instalação) e os resultados obtidos estão descritos na Tabela 02. O teste de comparação de médias mostrou que o controle diferiu dos demais tratamentos para a variável porcentagem de estacas enraizadas, sendo o melhor tratamento, com 15,00% de enraizamento (Figura 01. G e H). Para as variáveis número de raízes por estaca e comprimento das três maiores raízes por estaca, o controle não diferiu estatisticamente dos tratamentos com 4000 e 8000 mgL⁻¹ de NAA. O tratamento que apresentou menor mortalidade das estacas foi o controle (51,25%), apesar de não haver diferença estatística para os outros tratamentos.

Este resultado difere do encontrado por DIAZ-SALA et al. (1996), que em experimento com *Pinus taeda*, não observaram enraizamento das estacas sem tratamento com fitorreguladores. Porém, no mesmo trabalho, os resultados encontrados sugerem que a habilidade de enraizamento está ligada à capacidade das células em responder à auxina, sendo que a iniciação da formação da raiz não está ligada à concentração de auxina livre, mas sim ao transporte deste hormônio através dos tecidos e células.

De forma geral, a porcentagem de estacas mortas após 130 dias da instalação do experimento pode ser considerada alta, chegando a 73,75% no tratamento com 8000 mgL⁻¹ NAA, mesmo que não tenha havido diferença estatística entre os tratamentos.

LI, YANG e WU (1998), em experimento com *Ginkgo biloba*, utilizaram estacas tratadas com solução de carbendazim (fungicida), as quais foram plantadas em final de fevereiro e início de março (inverno, na China). Após 25 dias houve a formação de calos e, no início de julho (verão), 87,8% das estacas apresentaram a

formação de raízes. Este resultado difere do presente trabalho, uma vez que a segunda avaliação (aos 130 dias) mostrou baixa porcentagem de estacas enraizadas (Tabela 02), sendo a maior porcentagem encontrada no controle (15,00% de enraizamento).

TABELA 02- Resultados do teste de comparação de médias da porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado no inverno de 2004.

	Estacas enraizadas (%)	Nº raízes por estaca	Comp. das 3 maiores raízes (mm)	Estacas vivas (%)	Estacas com calos (%)	Estacas mortas (%)
controle	15,00 a	1,89 ab	7,92 a	7,50 a	26,25 a	51,25 a
4000 mgL ⁻¹ IBA	3,75 b	0,25 b	2,25 b	15,00 a	13,75 b	67,50 a
8000 mgL ⁻¹ IBA	2,50 b	0,38 b	3,13 b	12,50 a	20,00 ab	65,00 a
4000 mgL ⁻¹ NAA	5,00 b	1,38 ab	7,88 a	12,50 a	18,75 ab	63,75 a
8000 mgL ⁻¹ NAA	2,50 b	2,63 a	4,06 ab	15,00 a	8,75 b	73,75 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Devido à alta mortalidade das estacas nos tratamentos utilizando fitorreguladores não foram realizadas comparações entre a anatomia da formação das raízes na testemunha e nas estacas tratadas. Desta forma, o material aqui descrito corresponde à estacas não tratadas.

A análise anatômica das estacas coletadas na época da instalação do experimento do inverno/2004 mostra a periderme com cerca de 4 a 5 camadas de células e córtex parenquimático. Foi observada a presença de esclereídes e drusas na região cortical. A faixa cambial é composta de 10 a 12 camadas de células, dispostas radialmente. O xilema secundário é composto de um anel com traqueídes e raios parenquimáticos estreitos (Figura 02. A). Em experimento com *Ficus pumila*, DAVIES (1984) observou que as épocas mais frias corresponderam às menores zonas de atividade cambial, o que difere deste trabalho, uma vez que a zona cambial observada parece estar em período de grande atividade.

Os testes microquímicos revelaram ausência de compostos fenólicos e presença de amido na estaca na época da instalação do experimento (Figura 02. B e C). Espécies decíduas translocam reservas para o caule antes da queda das folhas, tornando os ramos ricos em nutrientes (HARTMANN et al., 2002).

A primeira avaliação do experimento instalado no inverno (aos 60 dias) apresentou formação de calos, que são massas de células indiferenciadas em processo de divisão celular (HARTMANN et al., 2002). Nas estacas com calo, foi verificado que o tecido caloso se origina no córtex, se prolifera e rompe a periderme (Figura 03. A). O calo poderia ser um indicativo do potencial para a formação de raízes, uma vez que em alguns casos, o primórdio radicial se desenvolve a partir das células indiferenciadas desta estrutura (HAMANN, 1998).

Foi detectada a presença de compostos fenólicos (Figura 03. B) nas células e grãos de amido foram detectados apenas nas células da região mais externa do calo (Figura 03. C).

As lâminas correspondentes à segunda avaliação do experimento instalado no inverno (aos 130 dias) foram realizadas com estaca com formação de raízes aparentes. A região cortical dessas estacas apresenta grande quantidade de células com conteúdo intracelular e núcleo visível, o que pode indicar grande atividade celular. Foi observada ainda a presença de esclereídes e drusas em grandes quantidades, na região mediana do córtex, entre o câmbio e a periderme. A faixa cambial é formada de cerca de 10 a 12 camadas de células (Figura 04. A).

A raiz desenvolvida e conectada ao xilema da estaca pode ser observada na Figura 04. B, C e D. A posição da raiz na estaca não possibilitou a visualização exata da conexão entre raiz e estaca, mas a conexão entre os feixes vasculares pode ser visualizada na Figura 04. D.

Os testes realizados com cloreto férrico foram positivos, portanto foi detectada a presença de compostos fenólicos na estaca (Figura 04. E), enquanto os testes com lugol mostraram a presença de amido (Figura 04. F). O amido, que estava ausente na primeira avaliação voltou a aparecer depois de formadas as raízes. Isto pode ter ocorrido por diferentes relações fonte-dreno em diferentes momentos no enraizamento das estacas. Quando a estaca está formando calos, há gasto de energia reservada, consumindo o amido ali presente. A partir do momento em que há enraizamento e brotação das gemas, se inicia o processo fotossintético, mesmo que em pequena quantidade, dando início ao acúmulo de energia na forma de amido.

Não foram realizadas análises da ontogênese das raízes, uma vez que as amostragens foram pontuais, mas as raízes parecem se formar na região cortical,

próxima ao câmbio e parênquima do floema, sendo precedidas ou não pela formação de calos.

A análise anatômica de estacas de *Pinus taeda* mostrou que as raízes sempre eram formadas a partir de uma pequena região de parênquima cortical ao redor do canais resiníferos do caule. Expansões celulares no câmbio e córtex foram observadas nas estacas no quinto dia da exposição ao IBA, mas depois disso, os eventos de formação das raízes ocorreram mais lentamente, sendo que a organização de um meristema radicial foi observada de 10 a 12 dias em estacas de hipocótilo e após 50 dias em estacas de epicótilo (DIAZ-SALA et al., 1996).

Em experimento realizado com *Mussaenda erytrophylla*, St. HILAIRE, BERWART e PÉREZ-MUÑOZ (1996) observaram atividade cambial nas células do parênquima do floema aos 4 dias da instalação e aos 6 dias foram observados primórdios de raiz, em estacas tratadas com 15 mmol de IBA. Nas estacas não tratadas, não foram observados primórdios de raiz até o décimo dia, a partir do qual não foram mais realizadas análises anatômicas do material. Isto sugere que o tratamento com 15 mmol de IBA acelera o processo de enraizamento nas estacas desta espécie, diferentemente do que foi observado no presente experimento com *Ginkgo biloba*.

Em experimento com estacas juvenis e maduras de *Ficus pumila*, não houve diferença na origem nem nos estágios de desenvolvimento nas estacas tratadas com IBA e a testemunha, as raízes se originaram dos raios parenquimáticos do floema. Porém, o processo de formação de raízes foi mais rápido em estacas juvenis do que maduras e em estacas tratadas com IBA do que naquelas onde não foi aplicado o fitorregulador. Neste mesmo experimento, foi observado que os primórdios de raízes atravessaram a barreira de fibras com certa facilidade, empurrando estas células e emergindo através do caule a partir das células dos raios do floema (DAVIES; LAZARTE; JOINER, 1982). Não foram visualizadas barreiras de fibras em *Ginkgo biloba*, uma vez que os esclereídeos observados não impediram o enraizamento e, muitas vezes, apareceram isolados uns dos outros, sem caracterizar uma barreira mecânica à saída das raízes.

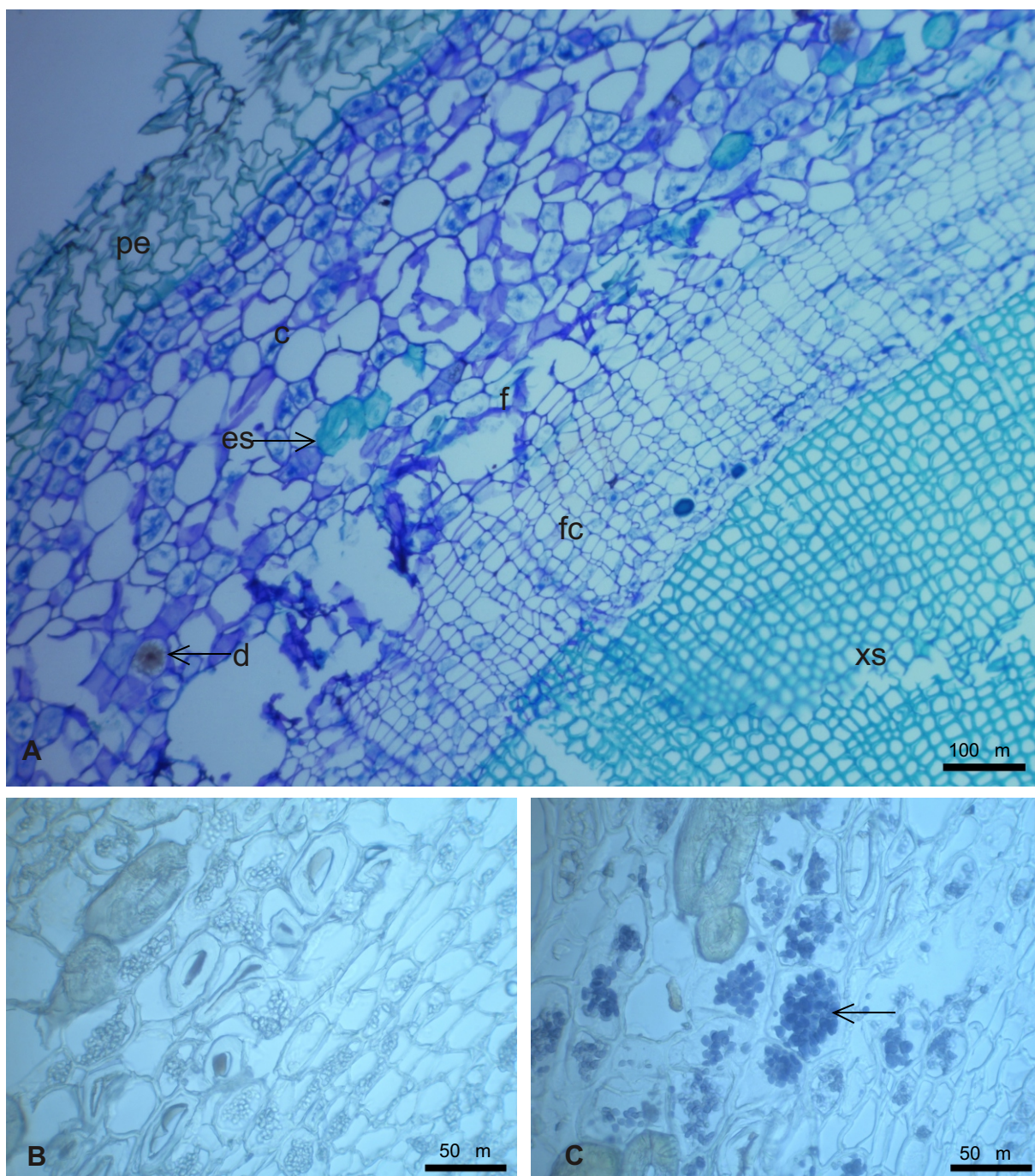


FIGURA 02- Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas no inverno de 2004. **A.** Vista geral evidenciando periderme (pe), córtex (c), floema (f), faixa cambial (fc) e xilema secundário (xs). Observar drusas (d) no córtex e escleréides (es) na região externa do floema. **B.** Teste microquímico negativo para presença de compostos fenólicos. **C.** Teste microquímico positivo para presença de amido (seta).

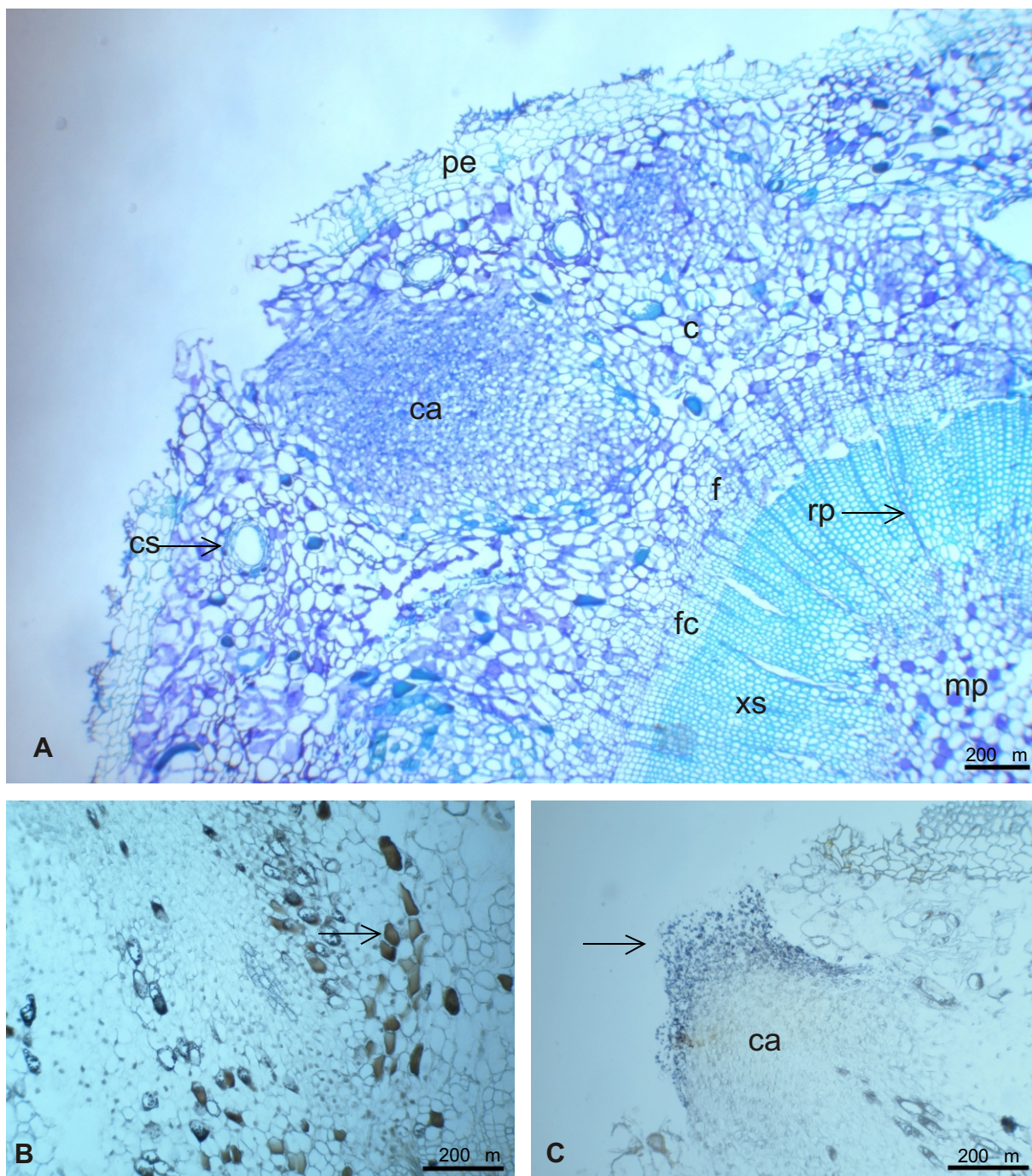


FIGURA 03-Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado no inverno de 2004. **A.** Vista geral evidenciando o surgimento de um calo (ca) no córtex (c), periderme (pe), canais secretores (cs), floema (f), faixa cambial (fc), xilema secundário (xs), medula parenquimática (mp) e raios parenquimáticos (rp). **B.** Teste microquímico negativo para presença de compostos fenólicos (seta). **C.** Teste microquímico positivo para presença de amido, apenas na região mais externa do calo (seta).

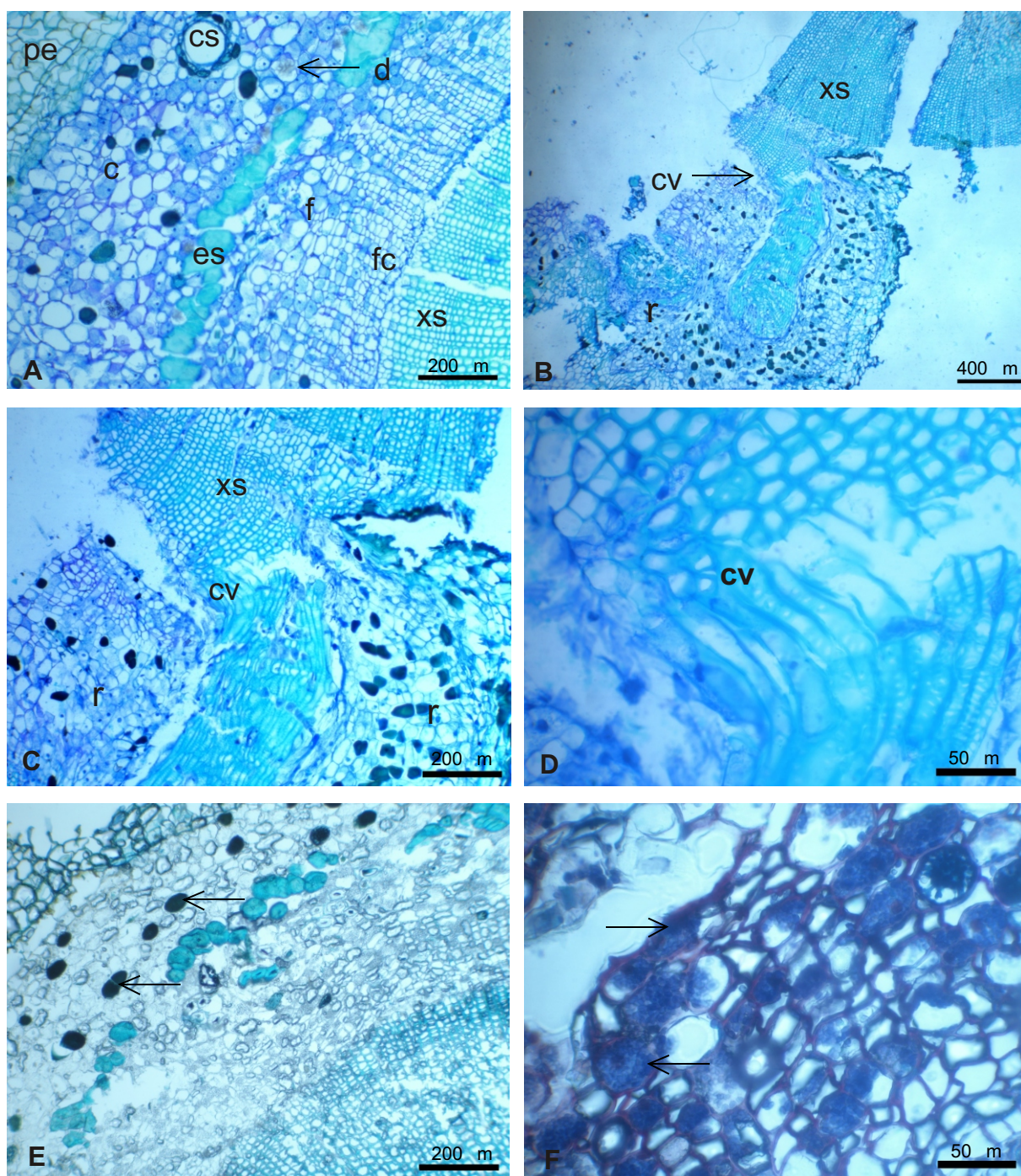


FIGURA 04-Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado no inverno de 2004. **A.** Vista geral evidenciando periderme (pe), canal secretor (cs), córtex (c), floema (f), faixa cambial (fc), xilema secundário (xs) e medula parenquimática (mp). Observar drusas (d) no córtex e esclereídes (es) na região externa do floema. **B.** Vista geral evidenciando a raiz formada (r) e xilema secundário (xs) da estaca. **C.** Vista geral evidenciando raiz (r), xilema secundário (xs) e conexão vascular (cv) entre os dois. **D.** Detalhe da conexão vascular (cv). **E.** Teste microquímico positivo para presença de compostos fenólicos (setas). **F.** Teste microquímico positivo para presença de amido (setas).

3.3.2 Resultados do experimento instalado na primavera de 2004

Os resultados obtidos na primeira avaliação (60 dias após instalação) estão descritos na Tabela 03. Não foram observadas estacas enraizadas e a porcentagem de estacas mortas neste experimento foi bastante alta, sendo que a menor taxa de mortalidade alcançou o valor de 57,50%, no tratamento com 4000 mgL⁻¹ IBA e a maior chegou a 71,25% no tratamento com 8000 mgL⁻¹ NAA. A formação de calos nas estacas foi baixa, sendo as maiores porcentagens observadas nos tratamentos com IBA nas concentrações de 4000 e 8000 mgL⁻¹.

TABELA 03- Resultados das médias da porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado na primavera de 2004.

	Estacas enraizadas (%)	Nº raízes por estaca	Comp. das 3 maiores raízes (mm)	Estacas vivas (%)	Estacas com calos (%)	Estacas mortas (%)
Controle	0,00	0,00	0,00	31,25	1,25	67,50
4000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	36,25	6,25	57,50
8000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	32,50	6,25	61,25
4000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	36,25	5,00	58,75
8000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	25,00	3,75	71,25

Em experimento com *Terminalia chebula* foi observado que estacas plantadas em julho (verão) e outubro (outono) tiveram 100% de mortalidade, enquanto estacas plantadas em março (primavera) apresentaram enraizamento. Nesta época, estacas tratadas com 4000 mgL⁻¹ de IBA tiveram a maior porcentagem de enraizamento e maior número de raízes por estaca (24,3% em média e 4 raízes em média, respectivamente). O tratamento das estacas com 6000 mgL⁻¹ de IBA apresentou declínio na porcentagem de enraizamento (3,5% em média) (BHARDWAJ; CHAKRABORTY; JOSHI, 1993).

TABELA 04- Resultados das médias da porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado na primavera de 2004.

	Estacas enraizadas (%)	Nº raízes por estaca	Comp. das 3 maiores raízes (mm)	Estacas vivas (%)	Estacas com calos (%)	Estacas mortas (%)
controle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
8000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
8000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

DAVIES (1984) observou em *Ficus pumila* que a primavera coincide com a época de maior atividade cambial e picos nas taxas de enraizamento (30% em estacas maduras e 60% em estacas juvenis).

A análise anatômica do material proveniente da instalação do experimento da primavera/2004 mostra estacas com crescimento secundário, assim como as do inverno, mas difere destas principalmente pela maior quantidade de células com conteúdo intracelular e faixa cambial um pouco mais larga. Foram observados esclereídes jovens, drusas e canais secretores no córtex (Figura 05. A).

O teste realizado para detectar a presença de compostos fenólicos com cloreto férrico foi positivo (Figura 05. B), portanto o conteúdo das células do córtex parece ser de compostos fenólicos. O teste para detectar a presença de amido foi positivo (Figura 05. C), porém, a quantidade encontrada parece ser bem menor na primavera do que nas outras estações do ano.

Desta forma, a baixa porcentagem de estacas com calos na primeira avaliação e a alta mortalidade das estacas nas duas avaliações pode ser resultado da falta de reservas no caule para manter a estaca viva, como foi mostrado no teste para a presença de amido nas estacas. Isto pode ser explicado pelo fato de a espécie ser decídua, sendo que na primavera, em pleno desenvolvimento vegetativo, o caule deveria se encontrar com falta de reserva (carboidratos, açúcares, proteínas, dentre outros), uma vez que as utilizou para o desenvolvimento das brotações. Quando, no momento de confecção das estacas, as folhas foram retiradas, com elas se foram os nutrientes que poderiam ser

translocados para a base da estaca, os quais poderiam suprir as células e fornecer energia para o processo de formação de raízes.

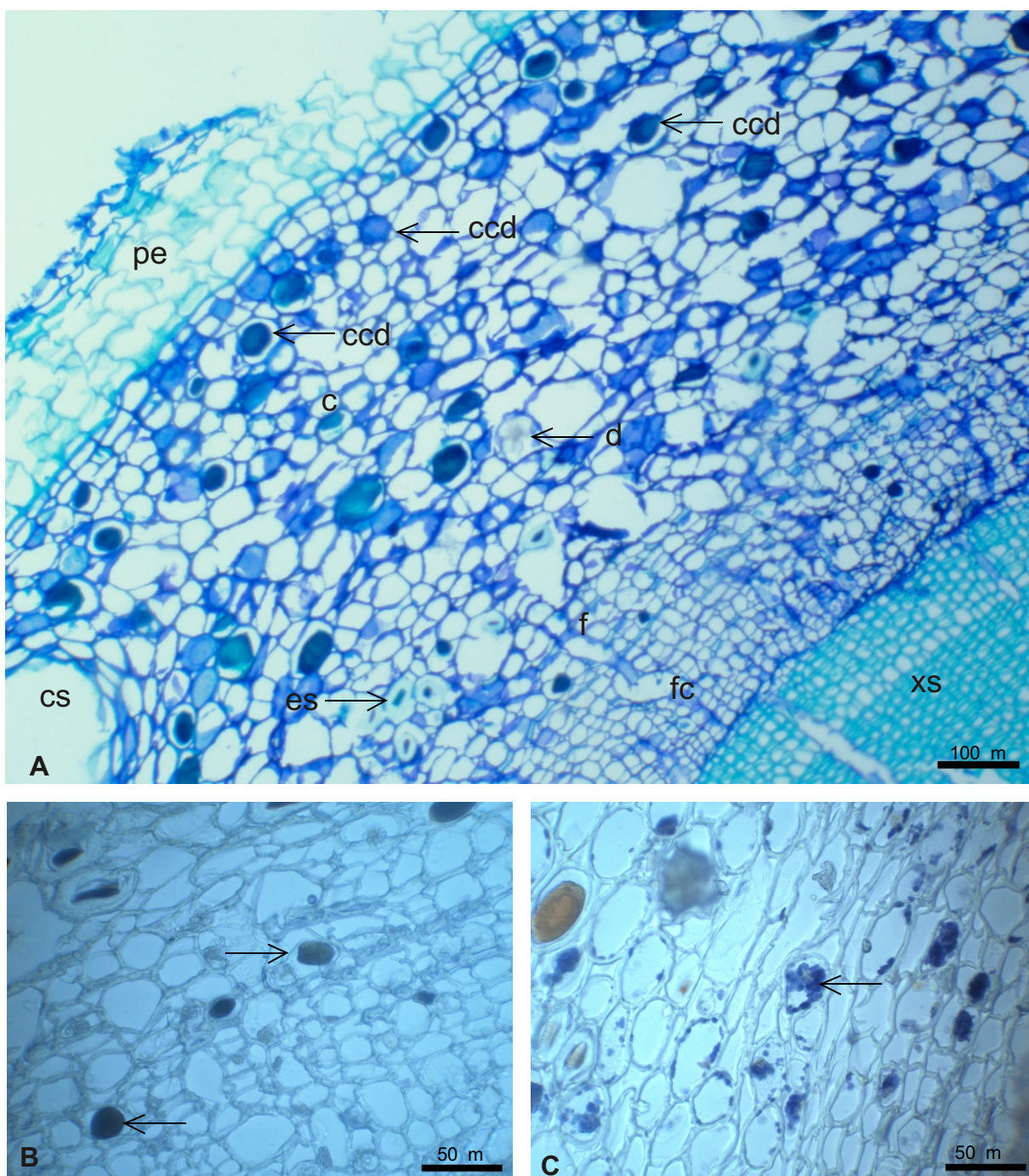


FIGURA 05-Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas na primavera de 2004. **A.** Vista geral evidenciando periderme (pe), córtex (c) com drusas (d) e células com conteúdo denso (ccd), floema (f), faixa cambial (fc) e xilema secundário (xs). Observar esclereídes (es) jovens na região externa do floema. **B.** Teste microquímico positivo para presença de compostos fenólicos (setas). **C.** Teste microquímico positivo para presença de amido (seta).

3.3.3 Resultados do experimento instalado no verão de 2005

Os resultados obtidos na primeira avaliação (60 dias após instalação) estão descritos na Tabela 05. Somente o controle apresentou enraizamento, mas a porcentagem foi bastante baixa (1,25%). Neste experimento, a porcentagem de estacas mortas pode ser considerada alta, sendo a menor taxa 62,50% no tratamento com 4000 mgL⁻¹ IBA e chegando a 92,50% no tratamento com 8000 mgL⁻¹ NAA.

O tratamento que apresentou a maior porcentagem de estacas vivas e formação de calos foi o de 4000 mgL⁻¹ IBA, mas ainda assim a sobrevivência e a formação de calos pode ser considerada baixa (22,50 e 15,00% respectivamente).

TABELA 05- Resultados das médias da porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado no verão de 2005.

	Estacas enraizadas (%)	Nº raízes por estaca	Comp. das 3 maiores raízes (mm)	Estacas vivas (%)	Estacas com calos (%)	Estacas mortas (%)
controle	1,25	0,25	2,25	21,25	2,50	75,00
4000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	22,50	15,00	62,50
8000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	15,00	12,50	72,50
4000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	13,75	5,00	81,25
8000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	7,50	0,00	92,50

A segunda avaliação do experimento foi realizada 130 dias após a instalação e os resultados obtidos estão descritos na Tabela 06. A mortalidade das estacas neste experimento foi muito alta, chegando a 100% no tratamento com 8000 mgL⁻¹ IBA e 8000 mgL⁻¹ NAA. Estes resultados diferem daqueles encontrados por FERREIRA et al. (2001), que obtiveram a maior porcentagem de enraizamento em estacas de *Sapium glandulatum* no verão, com estacas tratadas com 4000 mgL⁻¹ de IBA (28% de estacas enraizadas).

TABELA 06- Resultados das médias da porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado no verão de 2005.

	Estacas enraizadas (%)	Nº raízes por estaca	Comp. das 3 maiores raízes (mm)	Estacas vivas (%)	Estacas com calos (%)	Estacas mortas (%)
controle	1,25	0,25	2,25	1,25	0,00	98,75
4000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	97,50
8000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	98,75
8000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

A análise anatômica do material coletado na época da instalação do experimento mostrou a periderme com cerca de 4 camadas de células, córtex com menor quantidade de células com conteúdo intracelular aparente, esclereídes jovens, com lúmen evidente e faixa cambial menor do que na primavera e inverno (Figura 06. A). Também foi possível observar os raios do xilema atravessando desde a medula até a região cortical. DAVIES et al. (1984), observou que em *Ficus pumila*, o verão corresponde a um período de grande atividade cambial e altas taxas de enraizamento, o que difere dos resultados encontrados neste trabalho.

Os testes microquímicos realizados mostram que no verão/2005 as células não possuem compostos fenólicos (Figura 06. B), mas possuem grãos de amido (Figura 06. C), presentes em maiores quantidades do que na primavera/2004. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que na primavera as gemas estão começando a se desenvolver, utilizando as reservas do caule e ainda sem uma produção fotossintética alta a ponto de acumular muito amido nas células, enquanto no verão as folhas estão em plena atividade de produção de energia.

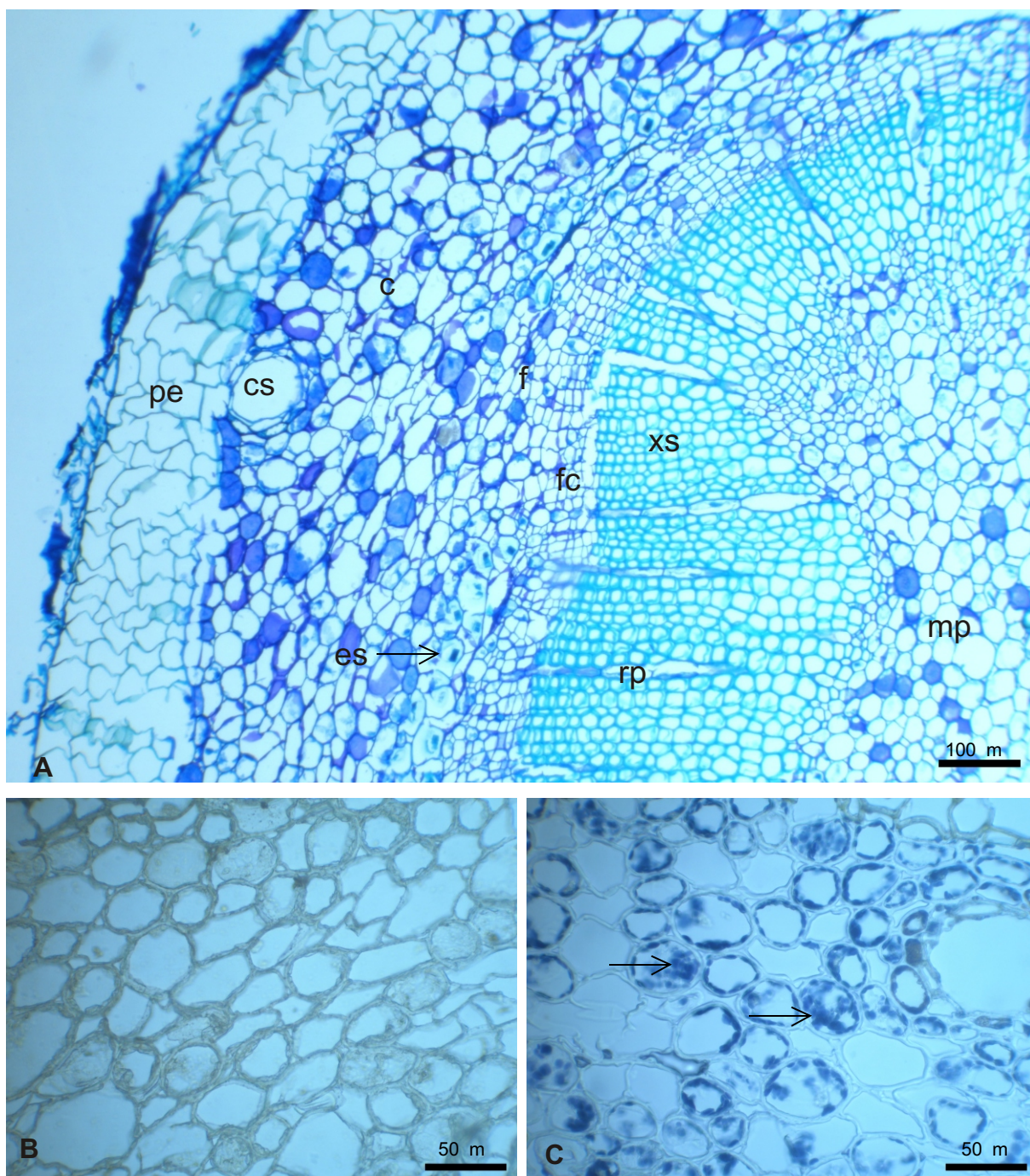


FIGURA06- Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas no verão de 2005. **A.** Vista geral evidenciando periderme (pe), canal secretor (cs), córtex (c), floema (f), faixa cambial (fc), xilema secundário (xs), medula parenquimática (mp) e raios parenquimáticos (rp). Observar esclerêides (es) jovens na região externa do floema. **B.** Teste microquímico negativo para presença de compostos fenólicos. **C.** Teste microquímico positivo para presença de amido (setas).

3.3.4 Resultados do experimento instalado no outono de 2005

Os resultados obtidos na primeira avaliação (60 dias após instalação) estão descritos na Tabela 07. Neste experimento, apenas o controle apresentou estacas enraizadas, mesmo em baixa porcentagem (1,25%), sendo este o tratamento com a menor porcentagem de estacas mortas (27,50%) e a maior porcentagem de estacas vivas (50%).

Os tratamentos que apresentaram as maiores porcentagens de formação de calos foram 4000 mgL⁻¹ IBA e 4000 mgL⁻¹ NAA (36,25 e 33,75%, respectivamente). A mortalidade das estacas neste caso foi menor do que a encontrada na primavera/2004 e verão/2005, o que pode sugerir início de translocação de reservas das folhas para o caule, permitindo que as estacas sem mantenham vivas por mais tempo, mesmo que não emitam raízes.

TABELA 07- Resultados das médias da porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na primeira avaliação (60 dias) do experimento instalado no outono de 2005.

	Estacas enraizadas (%)	Nº raízes por estaca	Comp. das 3 maiores raízes (mm)	Estacas vivas (%)	Estacas com calos (%)	Estacas mortas (%)
controle	1,25	0,25	3,00	50,00	21,25	27,50
4000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	35,00	36,25	28,75
8000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	38,75	26,25	35,00
4000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	37,50	33,75	28,75
8000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	38,75	26,25	35,00

A segunda avaliação do experimento foi realizada 130 dias após a instalação e tem os resultados descritos na Tabela 08. Mais uma vez, foi observado enraizamento apenas no controle, mesmo sendo ainda em baixa porcentagem (2,50%). A maior formação de calos foi observada em 4000 mgL⁻¹ NAA e a maior porcentagem de estacas vivas foi observada no controle. A mortalidade das estacas chegou a 87,50% em 8000 mgL⁻¹ NAA, o que pode sugerir que a reserva presente no caule não seja suficiente para nutrir a estaca por tanto tempo, inviabilizando o processo de formação de raízes.

TABELA 08- Resultados das médias da porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas; obtidos na segunda avaliação (130 dias) do experimento instalado no outono de 2005.

	Estacas enraizadas (%)	Nº raízes por estaca	Comp. das 3 maiores raízes (mm)	Estacas vivas (%)	Estacas com calos (%)	Estacas mortas (%)
controle	2,50	0,25	4,00	22,50	6,25	68,75
4000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	5,00	10,00	85,00
8000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	0,00	0,00	12,50	8,75	78,75
4000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	10,00	15,00	75,00
8000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	0,00	0,00	10,00	2,50	87,50

TEKLEHAIMANOT et al. (2004), observaram que nas estacas de *Osyris lanceolata* coletadas em setembro (outono), 50 mgL⁻¹ de IBA foi suficiente para promover o enraizamento das estacas, enquanto em dezembro (inverno), esta quantidade foi de 150 mgL⁻¹. Isto sugere que no mês de setembro (outono), a planta possui níveis mais altos de hormônios, co-fatores do enraizamento e reservas de nutrientes, quando comparados à dezembro (inverno), associados a produção de folhas e desenvolvimento das gemas, o que interfere no enraizamento.

A anatomia do material coletado mostra a periderme com cerca de 5 camadas de células, córtex com células de conteúdo intracelular e núcleo evidentes, faixa cambial com cerca de 10 camadas de células, xilema com células de parede espessada e raios do xilema evidentes, atravessando da medula à região cortical (Figura 07. A).

Os testes realizados com cloreto férrico foram negativos, sugerindo ausência de compostos fenólicos na estaca nesta estação (Figura 07. B). Já os testes para amido foram positivos (Figura 07. C), sendo esta a época com a maior quantidade de amido observada, principalmente nas células da medula e dos raios do xilema.

A grande quantidade de amido presente na estaca nesta estação do ano pode ser explicada pelo fato desta espécie ser decídua. Desta maneira, os nutrientes das folhas e os compostos energéticos por elas produzidos são translocados para o caule antes de sua queda. Como as estacas foram confeccionadas no início de cada estação, o caule havia recebido as reservas produzidas no verão há pouco tempo, não tendo estas sido consumidas.

Desta forma, a ausência do enraizamento das estacas de *Ginkgo biloba* não pode ser atribuída à falta de reservas no caule no momento de confecção das estacas, uma vez que no outono de 2005 não houve enraizamento, mas os testes microquímicos revelaram grandes quantidades de grãos de amido nas células.

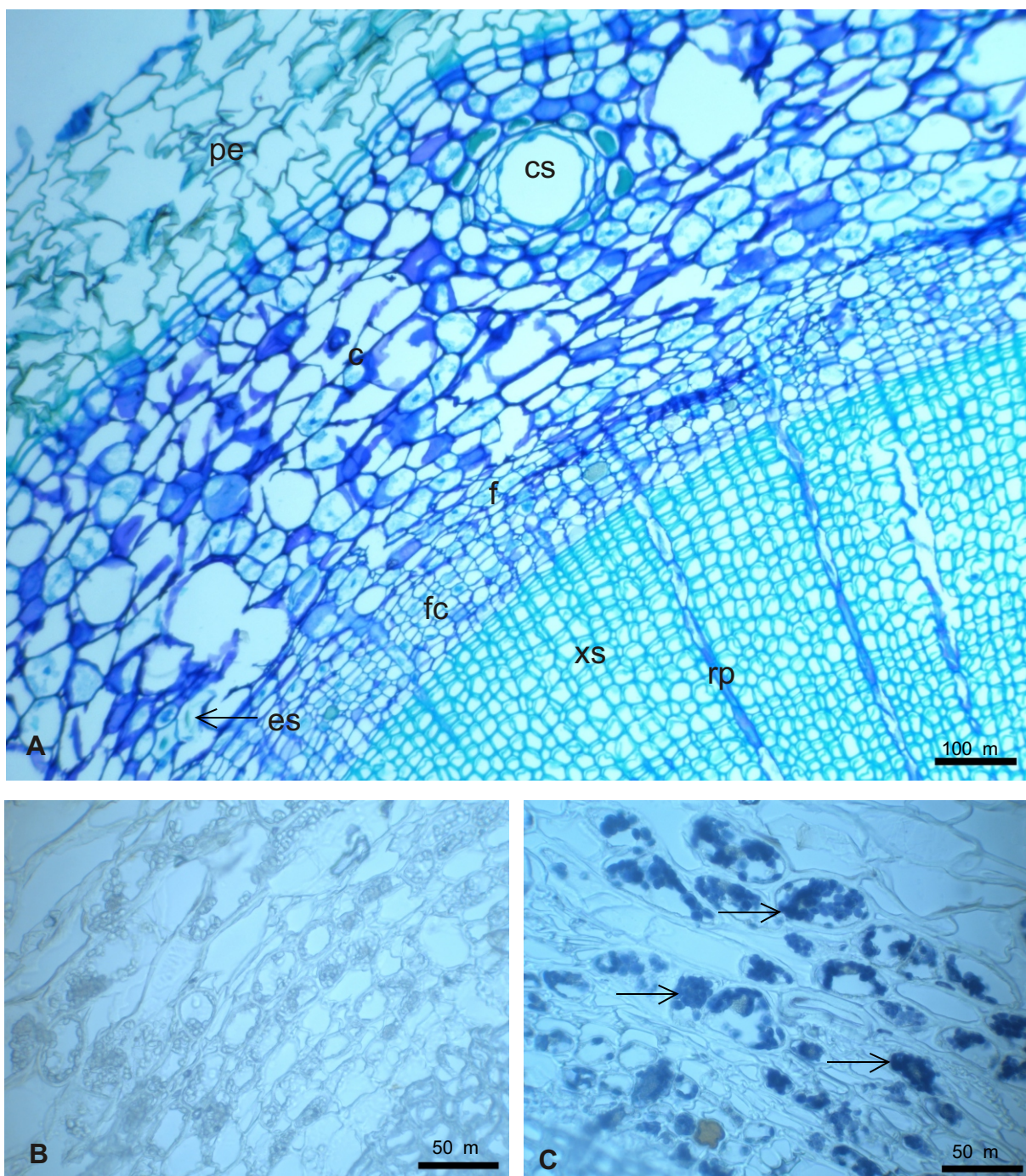


FIGURA 07-Secções transversais de estacas de *Ginkgo biloba* coletadas no outono de 2005. **A.** Vista geral evidenciando periderme (pe), canal secretor (cs), córtex (c), floema (f), faixa cambial (fc), xilema secundário (xs) e raios parenquimáticos (rp). Observar esclereídes (es) jovens na região externa do floema. **B.** Teste microquímico negativo para presença de compostos fenólicos. **C.** Teste microquímico positivo para presença de amido (setas).

3.3.5 Comparação entre as quatro estações do ano

Os resultados para a variável porcentagem de estacas enraizadas nas duas avaliações (aos 60 e 130 dias após a instalação) para as quatro estações do ano estão descritos na Tabela 09. De forma geral, o inverno de 2004 foi a estação que apresentou a melhor taxa de enraizamento (5,75% em média), mesmo esta podendo ser considerada baixa. As demais estações não apresentaram enraizamento significativo.

TABELA 09- Resultados do teste de comparação de médias de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas nos experimentos instalados nas quatro estações do ano, nas duas avaliações (aos 60 e 130 dias da instalação).

	Inverno/2004		Primavera/2004		Verão/2005		Outono/2005	
	60	130	60	130	60	130	60	130
Controle	0,00	15,00 a	0,00	0,00	1,25	1,25	1,25	2,50
4000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	3,75 b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8000 mgL ⁻¹ IBA	0,00	2,50 b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	5,00 b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8000 mgL ⁻¹ NAA	0,00	2,50 b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média geral	0,00	5,75	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,50

As estações do ano podem interferir na capacidade de enraizamento das estacas, uma vez que o estado nutricional e metabólico das plantas muda de acordo com o ambiente.

Em espécies decíduas, como o *Ginkgo biloba*, há translocação de nutrientes para o caule antes da queda das folhas, o que pode favorecer o enraizamento das estacas coletadas nesta época, uma vez que há disponibilidade de energia no caule para a produção de novas raízes. Em outras espécies, a melhor época de enraizamento pode ser aquela em que a planta está em pleno crescimento vegetativo, ou seja, as estações mais quentes, quando há maior disponibilidade de água e nutrientes, com grande produção de fotoassimilados que podem ser disponibilizados para a formação das raízes.

Em experimento realizado com *Debregeasia hypoleuca*, *Coriaria nepalensis*, *Woodfordia floribunda* e *Berberis lycium*, JOSHI et al. (1992) observaram que em todas as espécies estudadas não houve enraizamento das estacas no inverno. Isto pode ter ocorrido devido à falta de reservas necessárias ao início do desenvolvimento radicial ou à dormência das plantas. O melhor resultado no enraizamento foi obtido na primavera, com aplicação de 100 mgL⁻¹ de

IBA, com a espécie *Debregeasia hypoleuca* (67,67% de estacas enraizadas). O contrário ocorreu no presente experimento, onde as maiores porcentagens de enraizamento foram observadas no inverno, enquanto na primavera houve 100% de mortalidade das estacas. Além disso, os testes microquímicos revelaram a presença de amido nos ramos em todas as épocas de coleta e sendo assim, não se pode atribuir o deficiente enraizamento à falta de reservas no caule para o desenvolvimento radicial.

A formação de raízes adventícias em *Ficus pumila* foi influenciada pela época do ano em quase todos os tratamentos, exceto em estacas juvenis tratadas com IBA, não afetadas por este fator. Nas estacas juvenis utilizadas como controles, as menores porcentagens de enraizamento foram encontradas em épocas frias (menos de 10%), enquanto nos outros meses não houve diferença significativa (50% de enraizamento, em média). Nas estacas maduras não tratadas com IBA, a formação de raízes ocorreu apenas nos meses de abril e maio, correspondendo à estação da primavera (cerca de 30% de estacas enraizadas), enquanto nas estacas tratadas, o mês de fevereiro (inverno) foi o que apresentou a menor porcentagem de enraizamento (20%) e o mês de julho (verão) a maior (100%) (DAVIES, 1984). O mesmo autor observou ainda que a atividade cambial foi maior nos períodos de maior formação de raízes nas estacas. Da mesma forma, no presente trabalho foi observada maior atividade cambial na época de maior enraizamento das estacas, porém, este resultado foi encontrado no inverno e não nas estações mais quentes como citado acima.

Em experimento realizado com *Terminalia bellirica*, BHARDWAJ, CHAKRABORTY e JOSHI (1993) observaram 100% de mortalidade das estacas, independente da época de coleta, tratamentos com fitorreguladores e tipo de estaca. As brotações observadas não permaneceram nas estacas por mais de 30 dias, o que pode ter ocorrido pela deficiência de reservas no caule. Os autores afirmam que a falha no enraizamento das estacas pode ter ocorrido pela presença de barreiras anatômicas, ou pela ausência de co-fatores do enraizamento ou ainda pela presença de inibidores do enraizamento os ramos. No presente experimento, não foram observadas barreiras anatômicas nas estacas e desta forma, a falha no enraizamento pode ter ocorrido pela ausência de co-fatores ou presença de inibidores do enraizamento.

Comparando dois experimentos realizados com *Acacia mearnsii*, um deles instalado no outono e outro na primavera, BORGES e MARTINS-CORDER (2002), observaram não haver diferenças nas estacas tratadas com o fitorregulador (2000 mgL⁻¹ de IBA); porém, nas testemunhas, houve um acréscimo de 16% no enraizamento das estacas e 35% no peso médio de massa seca de raiz na primavera. Os autores sugerem que temperaturas mais elevadas favorecem o enraizamento das estacas desta espécie, diferindo dos resultados encontrados neste trabalho com *Ginkgo biloba*, onde a estação mais fria foi a de melhor resultado no enraizamento.

Em experimento com *Osyris lanceolata*, foi observada interação entre a época de coleta das estacas com concentrações de IBA aplicadas às estacas. As melhores porcentagens de enraizamento foram de cerca de $60,0 \pm 7,8\%$ em estacas de origem basal, coletadas em junho e setembro (verão e outono), tratadas com 100 e 50 mgL⁻¹ de IBA. As diferenças no efeito do IBA em relação à época de coleta das estacas parece estar relacionada à quantidade de auxinas endógenas e co-fatores do enraizamento na planta (TEKLEHAIMANOT et al., 2004).

3.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente experimento, pode-se concluir que:

- A aplicação de fitorreguladores não otimizou o enraizamento das estacas;
- A melhor época de confecção de estacas de *Ginkgo biloba* foi o inverno de 2004;
- Não há barreira anatômica à saída das raízes;
- *Ginkgo biloba* pode ser considerada uma espécie de difícil enraizamento.

3.5 REFERÊNCIAS*

ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.47-55, 1983.

BHARDWAJ, S. D.; CHAKRABORTY, A. K.; JOSHI, N. K. Vegetative propagation of *Terminalia billirica* Roxb. And *Terminalia chebula* Retz. by stem cuttings. **Indian Forester**, Dehra Dun, v. 119, n. 5, p.361-365, 1993.

BLEASDALE, J. K. A. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária Ltda.; Editora da Universidade de São Paulo, 1977, 176 p.

BOLIANI, A. C.; SAMPAIO, V. R. Efeitos do estiolamento basal e do uso do ácido indol-butírico no enraizamento de estacas de nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindley). **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.7, n.1, p.51-63, 1998.

BORGES, Jr, N.; MARTINS-CORDEL, M. P. Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p.223-227, 2002.

CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; RAMOS, J. D.; LIMA, P. C.; CHALFUN Jr, A. C.; SILVA, T. G. Efeito do anelamento e diferentes dosagens de ácido indolbutírico na propagação de estacas caulinares do pessegueiro "Okinawa". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n.1, p.119-126, 1994.

DAVIES, Jr, F. T. Shoot RNA, cambial activity and indolebutyric acid effectivity in seasonal rooting of juvenile and mature *Ficus pumila* cuttings. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 62, n. 4, p.571-575, 1984.

DAVIES, Jr, F. T.; LAZARTE, J. E.; JOINER, J. N. Initiation and development of roots in juvenile and mature leaf bud cuttings of *Ficus pumila* L. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 69, n. 5, p. 804-811, 1982.

DIAZ-SALA, C.; HUTCHISON, K. W.; GOLDFARB, B.; GREENWOOD, M. S. Maturation-related loss in rooting competence by loblolly pine stem cuttings: the role of auxin transport, metabolism and tissue sensitivity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 97, n. 3, p.481-490, 1996.

EDMOND, J. B.; SENN, T. L.; ANDREWS, F. S.; HALFACRE, R. G. **Fundamentals of horticulture**. 4 ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1957, p.197-208.

FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 55, n. 1, p.123-142, 1968.

* Normas:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Sistema de Bibliotecas. **Normas para apresentação de trabalhos**. Curitiba, 2000. pt. 6: Referências.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A. TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S.; Efeitos dos ácidos indol butírico e bórico no enraizamento de estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **SBPN-Scientific Journal**, São Paulo, v. 5, n. 1, p.122-123, 2001.

FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.19, n.1, p.113-121, 1997.

HAMANN, A. Adventitious root formation in cuttings of loblolly pine (*Pinus taeda* L.): developmental sequence and effects of maturation. **Trees**, v. 12, p.175-180, 1998.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES Jr., F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 880p.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. MacGraw-Hill Book Co, New York. 1940.

JOSHI, N. K.; SHARMA, S.; SHAMET, G. S.; DHIMAN, R. C. Studies on the effect of auxin and season on rooting stem cuttings of some important shrubs in nursery beds. **Indian Forester**, Dehra Dun, v. 118, n. 12, p.893-900, 1992.

KUANTEN, C. **The Ginkgo Pages**; <http://www.xs4all.nl/~kwanten/>; acessado em: 20/07/2004; 11:37h.

LI, G. P.; YANG, L. S.; WU, J. C. Study of cutting propagation techniques for ginkgo trees. **South China Fruits**, v. 27, n. 1, p. 44. 1998. (resumo – texto original em chinês).

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas**. 1 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2000, p.36.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores Exóticas no Brasil: Madeireiras, Ornamentais e Aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2000, p.44.

PADUA, T. de. Propagação de árvores frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p. 11-19, 1983.

PIMENTA, A. C.; MATTOS, R. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetativa de *Ginkgo biloba* L. pela técnica de alporquia; **Brazilian Journal of Plant Physiology**– Suplemento: IX Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, p 137, 2003.

PING, H. G.; HUA, D. X.; YONG, Y.; LIN, H. F.; GIANG, F. Z.; JUAN, Z. H. Effects of various factors on the growth and development of cultured axillary buds of *Ginkgo biloba* in vitro. **Forest-Research**, v.13, n.2, p. 217-221, 2000.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. de; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: Da Planta ao Medicamento**. 5 ed. Florianópolis: Editora de UFSC; Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003, 1102 p.

St. HILAIRE, R.; BERWART, C. A. F.; PÉREZ-MUÑOZ, C. A. Adventitious root formation and development in cuttings of *Mussaenda erytrophylla* L. Schum. & Thonn. **Hortiscience**, Alexandria, v. 31, n. 6, p.1023-1025, 1996.

TEKLEHAIMANOT, Z.; MWANG'INGO, P. L.; MUGASHA, A. G.; RUFFO, C. K. Influence of the origin of stem cutting, season of collection and auxin application on the vegetative propagation of African Sandalwood (*Osyris lanceolata*) in Tanzania. **Southern African Forestry Journal**, Pretoria, n. 201, p. 13-24, 2004.

VALMORBIDA, J.; LESSA, A. O. Enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba* tratadas com ácido 3-indolbutírico e ácido bórico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, Suplemento. p. 514, 2005.

YUN, L. Y.; JIONG, J. Y. In vitro culture of buds of *Ginkgo biloba* L. **Sichuan Daxue Xuebao Ziran Kexueban**, v. 38, n.3, p. 412-416, 2001.

4 CAPÍTULO II:

ESTAQUIA DE *Ginkgo biloba* UTILIZANDO TRÊS SUBSTRATOS

RESUMO

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae), que tem sido largamente estudada na farmacologia, é uma espécie arbórea, decídua, cuja folhagem se torna amarelada no outono antes da queda das folhas, o que a torna valorizada em jardinagem. A estaquia é um método de propagação vegetativa baseado na capacidade das células em retomarem o processo de divisão celular, formando raízes em estacas destacadas de ramos provenientes de plantas matrizes e as auxinas são fitorreguladores capazes de acelerar este processo. O substrato para o enraizamento também pode influenciar no enraizamento, uma vez que deve fornecer água e permitir a aeração adequada na base da estaca. O presente trabalho teve como objetivos verificar a influência de diferentes substratos, assim como a aplicação da auxina sintética ácido indol butírico (IBA) no enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba*. O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação do Laboratório de Macropropagação da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. No inverno de 2005, ramos provenientes da Empresa Chamel, em Campo Largo-PR, foram coletados e transportados até o Laboratório de Macropropagação, onde foram confeccionadas estacas sem folhas, com 10-12cm de comprimento, sendo desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 0,5%. Os tratamentos com fitorreguladores (T) foram os seguintes: T1- 0mgL⁻¹ IBA em solução, T2- 4000mgL⁻¹ IBA em solução, T3- 8000mgL⁻¹ IBA em solução, T4- 0mgkg⁻¹ IBA em talco, T5- 4000mgkg⁻¹ IBA em talco, T6- 8000mgkg⁻¹ IBA em talco. Cada tratamento foi plantado em três diferentes substratos (S), conforme segue: S1- areia, S2- fibra de casca de coco (coxim), S3- casca de arroz carbonizada. Após 120 dias da instalação, foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, vivas, com calos e mortas, número de raízes por estaca e comprimento das três maiores raízes por estaca. Os melhores resultados no enraizamento foram obtidos com estacas tratadas com 4000 e 8000 mgkg⁻¹ IBA em talco, utilizando o coxim como substrato (45,00 e 46,25% de enraizamento, respectivamente).

Palavras-chave: Enraizamento, areia, coxim, casca-de-arroz carbonizada, auxinas.

ABSTRACT

CUTTINGS OF *Ginkgo biloba* UNDER THREE ROOTING MEDIA

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) has being largely studied in pharmacology, is a shrubby species, deciduous, whose leaves become yellow during the fall season before dropping, reason why the species has a great value for gardening. Cutting is a vegetative propagation method based on the capacity of the cells to recover the cellular division process, forming roots from branches of stock plants and the auxins are plant growth regulators capable of accelerate this process. The rooting media can also has influence on rooting, once it has the functions of supplying water and adequate air to the cutting base. The present paperhad as its main goals verify the influence of different rooting media and the application of the synthetic auxin indole butyric acid (IBA) in rooting of cuttings from *Ginkgo biloba*. The experiment was conducted at the green house of the Macropropagation Laboratory of the Federal University of Paraná, Curitiba, Paraná State. Branches collected in winter, at The Chamel Industry, in Campo Largo, Paraná State, were taken to the laboratory where cuttings without leaves, with 10-12 cm lenght were made, being then disinfected in a 0.5% solution of sodium hypochlorite. The treatments with plant growth regulators (T) were the following: T1- 0mgL⁻¹ of IBA solution, T2- 4000mgL⁻¹of IBA solution, T3- 8000mgL⁻¹ of IBA solution, T4- 0mgkg⁻¹ IBA in powder form, T5- 4000mgkg⁻¹ IBA in powder form, T6- 8000mgkg⁻¹ IBA in powder form. Each of the treatments were planted in three rooting media (S): S1- sand, S2-coir dust, S3- carbonized rice bark. After 120 days, the plants were evaluated for percentage of cuttings with roots, number of cuttings alive, with callus and dead, average number of roots per cutting and lenght of the three largest roots by cutting. The best rooting were accomplished using 4000 and 8000 mgkg⁻¹ of IBA in powder form, using coir dust as rooting media (45.00 and 46.25% of rooting respectively).

Key-words: rooting, sand, coir dust, carbonized rice bark, auxins.

4.1 INTRODUÇÃO

Ginkgo biloba é uma espécie arbórea, de grande porte, caducifólia, dióica, de folhas simples, agrupadas em ramos laterais, com lâmina em forma de leque e nervação dicotômica. Seu cultivo é ideal para clima temperado e o principal atrativo ornamental é a coloração amarelada das folhas no outono que caem com a chegada do inverno. Além disso, é amplamente comercializada como medicinal, utilizada no tratamento de natureza geriátrica, como perda de memória e em casos de problemas arteriais (BACKES; IRGANG, 2004).

Por ser dióica, a produção de mudas por sementes necessita de exemplares dos dois sexos, o que poderia dificultar a reprodução da espécie. Além disso, segundo ACHARYA et al. (2001), há registros de exemplares na Índia com mais de 55 anos de idade que nunca entraram em estado reprodutivo, tornando o lento desenvolvimento da espécie mais um empecilho para a produção de mudas por meio de sementes.

A propagação vegetativa consiste na utilização de estruturas vegetativas no desenvolvimento de uma nova planta, induzindo a formação de novas raízes, ou brotos, ou ambos (EDMOND et al., 1957, McMAHON; KOFRANEK; RUBATZKY, 2002) e é um dos métodos mais utilizados na produção de mudas de diversas espécies frutíferas e ornamentais (HARTMANN et al., 2002).

A estaquia é a técnica de propagação vegetativa mais utilizada na produção de mudas e visa a formação de raízes adventícias nas estacas (HARTMANN et al., 2002), que podem se formar a partir de grupos de células já maduras de caules e folhas que entram no ciclo de divisão celular (KERBAUY, 2004).

As plantas possuem hormônios vegetais denominados auxinas que podem induzir a formação de raízes adventícias em estacas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Esta capacidade de indução do enraizamento é bastante utilizada em propagação vegetativa, onde as auxinas sintéticas são aplicadas nas bases das estacas (DOLE; WILKINS, 1999).

O ácido indol acético (IAA) é uma auxina natural, isto é, um hormônio vegetal que, dentre outras funções, promove o crescimento das plantas; é sintetizado principalmente no meristema apical e em folhas jovens e transportado para outros tecidos participando do seu crescimento e diferenciação (AWAD; CASTRO, 1992). O ácido indol butírico (IBA) e o ácido naftaleno acético (NAA) são

auxinas sintéticas que apresentam propriedades semelhantes ao IAA e portanto, podem estimular o enraizamento de estacas (ALVARENGA; CARVALHO, 1983).

Os fitorreguladores podem ser aplicados na base das estacas na forma de talco ou solução. A aplicação na forma líquida é mais uniforme e por isso pode resultar em dados mais consistentes (DOLE; WILKINS, 1999).

O substrato, isto é, o meio onde as raízes se desenvolvem (KÄMPF, 2000), deve ser poroso, bem drenado, homogêneo, livre de patógenos, ter baixa densidade e ter viabilidade econômica. O material deve permitir que a base da estaca obtenha um bom suprimento de água e ao mesmo tempo oxigênio, uma vez que a deficiência de O_2 causa a paralização do crescimento das raízes. Quanto maior a quantidade de matéria orgânica no substrato, pior é a drenagem do mesmo e maior é a sua capacidade de retenção de água (EDMOND et al., 1957, MORAES; GONÇALVES; TAKAKI, 2001; WENDLING et al., 2002).

Na estaquia de espécies de difícil enraizamento, o substrato é um dos fatores de maior importância (HOFFAMNN et al., 1994), mas sua fertilidade não é um fator determinante na escolha, uma vez que são utilizadas as reservas da estaca na formação das raízes (WENDLING et al., 2002).

A areia já foi mais comumente utilizada como substrato para o enraizamento de estacas, mas sua utilização tem diminuído. É um material inerte, tem baixa capacidade de retenção de água, de baixa a moderada aeração, grande porosidade e é considerada de baixo custo (DOLE; WILKINS, 1999; WENDLING et al., 2002).

A casca de arroz carbonizada é outro substrato utilizado no enraizamento de estacas e tem como principais características: baixa densidade; alta porosidade; baixa capacidade de retenção de água, porém superior à da areia; oferece boa aeração; é praticamente isenta de inóculos de doenças, plantas invasoras e insetos e é considerada de baixo custo (KÄMPF, 2000; GONÇALVES; POGGIANI, 2004).

A fibra da casca de coco (coxim) é um substrato relativamente recente, utilizado para o enraizamento de estacas; sua qualidade depende da fonte de processamento e seu custo ainda é alto. É de baixa densidade, livre de patógenos, considerada de excelente aeração e retenção de umidade (DOLE; WILKINS, 1999) e tem pH ligeiramente ácido (WENDLING et al., 2002).

Em trabalho com estaquia de *Ginkgo biloba*, CHIANG et al. (1996) encontraram diferenças significativas na porcentagem de enraizamento para diferentes substratos, porém não entre diferentes concentrações de IBA. No mesmo trabalho, foram encontradas diferenças entre os substratos e aplicação de IBA para a variável número de raízes por estaca e diferenças significativas no comprimento das raízes formadas para as diferentes concentrações de IBA, mas não em relação aos diferentes substratos.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivos verificar a influência de diferentes substratos no enraizamento de estacas caulinares de *Ginkgo biloba*, assim como a aplicação do fitorregulador ácido indol butírico (IBA) sob as formas de talco e solução, em diferentes concentrações.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na casa-de-vegetação do Laboratório de Macropropagação do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, entre os meses de junho de 2005 e outubro de 2005. As estacas foram obtidas a partir de ramos de *Ginkgo biloba* provenientes de plantas matrizes de 7 anos de idade pertencentes à empresa Chamel, em Campo Largo - PR.

A coleta foi realizada no dia 27 de junho de 2005, no período da manhã na Empresa Chamel, em Campo Largo - PR e os ramos foram umedecidos, acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Macropropagação do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, onde foram colocados em baldes com água para evitar a desidratação dos mesmos até o término da confecção das estacas.

As estacas foram confeccionadas sem folhas, com corte em bisel na região basal do ramo e corte reto acima da última gema apical, mantendo-as com aproximadamente 10 a 12 cm de comprimento e 0,4 a 1,0 cm de diâmetro em média. Depois de prontas, as estacas foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 15 minutos, sendo em seguida lavadas em água corrente. Posteriormente, os tratamentos foram aplicados às bases das estacas conforme segue:

T1: 0 mgL⁻¹ IBA em solução 50% alcoólica, por 10 segundos de imersão

T2: 4000 mgL⁻¹ IBA em solução 50% alcoólica, por 10 segundos de imersão

T3: 8000 mgL⁻¹ IBA em solução 50% alcoólica, por 10 segundos de imersão

T4: 0 mgkg⁻¹ IBA em talco

T5: 4000 mgkg⁻¹ IBA em talco

T6: 8000 mgkg⁻¹ IBA em talco

O plantio foi realizado em três substratos (S) diferentes, cujas densidades foram calculadas pela fórmula $d=m/v$ (kgL⁻¹), onde d= densidade, m= massa e v= volume, sendo considerada somente a massa seca dos substratos:

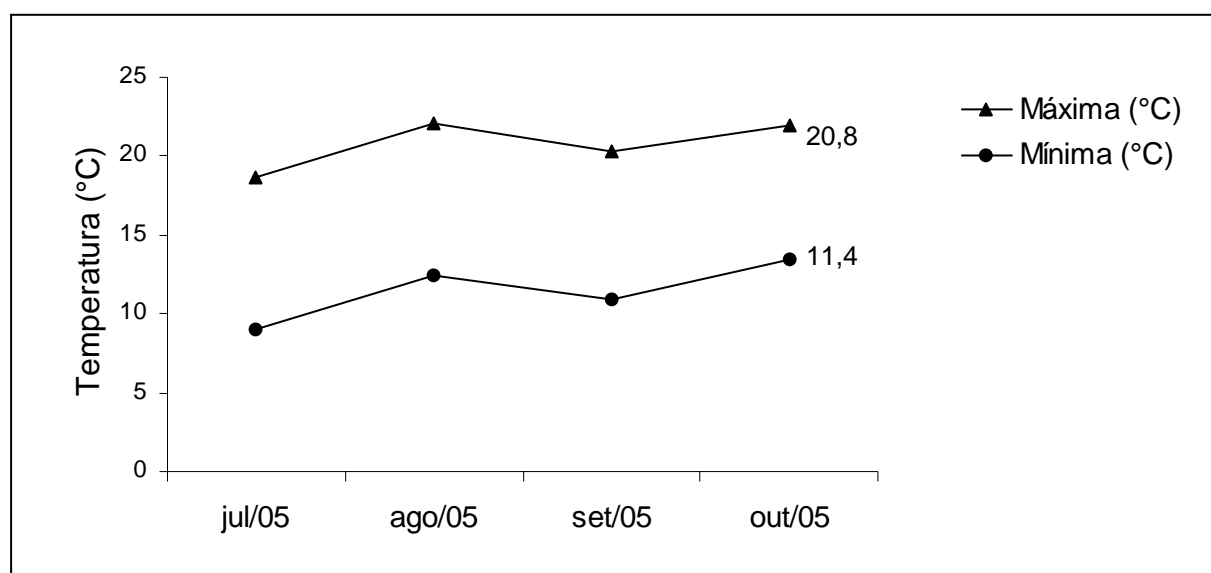
S1 - Areia (d= 1,428 kgL⁻¹)

S2 - Fibras de casca de coco de granulometria fina (coxim) (d= 0,180 kgL⁻¹)

S3 - Casca de arroz carbonizada (CAC) (d= 0,124 kgL⁻¹)

A areia foi colocada em caixas plásticas com furos no fundo para evitar o acúmulo de água, enquanto a fibra da casca de coco (coxim) e a casca de arroz carbonizada foram colocadas em tubetes de polipropileno com capacidade de 53cm³ (Figura 08. A e B). As estacas foram mantidas em casa-de-vegetação (Laboratório de Macropropagação) (Figura 08. C) com nebulização de 5 minutos de duração, programada por timer três vezes ao dia (8:00h, 13:00h e 17:00h). As médias de temperatura máxima e mínima da casa-de-vegetação no decorrer do experimento estão apresentadas no Gráfico 2.

GRÁFICO 02- Médias das temperaturas máximas e mínimas da casa-de-vegetação do laboratório de Macropropagação, entre os meses de julho/2005 a outubro/2005.



Após 120 dias da instalação do experimento foram avaliadas as seguintes variáveis:

- porcentagem de estacas enraizadas
- número de raízes por estaca
- comprimento das três maiores raízes por estaca
- porcentagem de estacas com calos
- porcentagem de estacas vivas
- porcentagem de estacas mortas.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial de 6 tratamentos e 3 substratos (6 x 3) e 4 repetições de 20 estacas por unidade experimental. Os dados obtidos foram

submetidos à análise de variância. Inicialmente, as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram as médias dos tratamentos testadas por meio do teste de F, enquanto as que apresentaram heterogeneidade tiveram os valores originais transformados para posterior análise. Quando os resultados revelaram existir diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Figura 08 - Experimento realizado no inverno de 2005 utilizando 3 substratos. **A.** Plantio realizado em tubetes, utilizando coxim e casca de arroz carbonizada como substratos. **B.** Plantio realizado em caixas plásticas, utilizando areia como substrato. **C.** Estacas brotadas, após cerca de 100 dias da instalação. **D.** Estaca enraizada e brotada. **E.** e **F.** Detalhe de raízes.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este experimento foi instalado no dia 27 de junho de 2005 e avaliado no dia 27 de outubro de 2005 (após 120 dias). Os resultados obtidos na análise de variância estão apresentados na Tabela 10 e pode-se observar que todas as variáveis apresentaram variâncias homogêneas.

Para a variável porcentagem de estacas enraizadas houve interação significativa entre os dois fatores analisados (Tabela 10). O teste de comparação de médias para esta variável (Tabela 11) mostrou que os tratamentos em talco, utilizando as concentrações de 4000 e 8000 mgkg⁻¹ IBA, no substrato coxim, foram as mais altas (45,00 e 46,25%, respectivamente). Considerando a porcentagem de estacas enraizadas, em cada tratamento aplicado nos três substratos, as respostas de enraizamento não diferiram estatisticamente entre si nas concentrações de 0, 4000 e 8000 mgL⁻¹ IBA. Nas demais concentrações, o substrato coxim difere estatisticamente da areia e somente em 8000 mgL⁻¹ IBA da casca de arroz carbonizada. Pela sua superioridade na promoção do enraizamento, o coxim parece ser o substrato mais favorável ao enraizamento de *Ginkgo biloba* (Figura 08. D, E e F).

Utilizando a areia como substrato, o tratamento com 8000 mgL⁻¹ IBA foi o que apresentou a maior porcentagem de enraizamento (31,25%), apesar de não haver diferença estatística dos demais tratamentos, exceto quando comparado a 0 mgkg⁻¹ IBA, que apresentou a menor porcentagem de enraizamento (2,50%). Com a casca de arroz carbonizada, os tratamentos com IBA não apresentaram diferença estatística entre si. Já com o substrato coxim, os melhores resultados foram obtidos com a utilização de IBA em talco, nas concentrações de 4000 e 8000 mgkg⁻¹ (45,00 e 46,25% de enraizamento, respectivamente), os quais diferiram estatisticamente dos tratamentos em solução.

TABELA 10- Resultados da análise de variância para a porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas, para os 6 tratamentos com fitorreguladores e 3 substratos.

Fator de Variação	Graus de liberdade	QUADRADO MÉDIO					
		Estacas enraizadas (%)	Número de raízes por estaca	Comprimento das 3 maiores raízes por estaca (mm)	Estacas vivas (%)	Estacas com calos (%)	Estacas mortas (%)
Tratamentos (T)	5	643,087*	6,661*	64,615*	3277,834*	421,801 ^{ns}	675,276*
Substratos (S)	2	883,533*	1,085 ^{ns}	139,976*	2914,370*	3574,477*	1198,201*
T x S	10	368,068*	1,150*	25,666*	97,044 ^{ns}	223,139 ^{ns}	171,822*
Erro	54	119,785	0,344	8,629	177,479	219,891	35,899
Total	71						
Coeficiente de variação (%)		52,55	29,66	38,79	42,41	43,74	43,24
Teste de Bartlett (χ^2)		17,204 ^{ns}	16,186 ^{ns}	21,752 ^{ns}	21,397 ^{ns}	13,607 ^{ns}	13,520 ^{ns}

* Significativo a 5% de probabilidade

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

TABELA 11- Resultados do teste de comparação de médias para porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* enraizadas, provenientes da interação dos 6 tratamentos com fitorregulador e dos 3 substratos.

Tratamentos	ESTACAS ENRAIZADAS (%)					
	Areia		Coxim		CAC	
0mgL ⁻¹	10,00	ab A	18,75	c A	15,28	a A
4000 mgL ⁻¹	18,75	ab A	18,75	c A	15,28	a A
8000 mgL ⁻¹	31,25	a A	15,00	c A	25,00	a A
0mgkg ⁻¹	2,50	b B	22,50	bc A	9,73	a AB
4000 mgkg ⁻¹	15,00	ab B	45,00	ab A	29,17	a AB
8000 mgkg ⁻¹	20,00	ab B	46,25	a A	16,67	a B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, para tratamentos com IBA, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, para substratos, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CAC: casca de arroz carbonizada.

Em experimento com *Acacia mearnsii*, BORGES e MARTINS-CORDER (2002), observaram que a concentração de 2000 mgL⁻¹ de IBA em talco foi a que promoveu a maior porcentagem de estacas enraizadas (69,2%), enquanto os outros tratamentos não diferiram estatisticamente entre si e a concentração de 8000 mgL⁻¹ de IBA em talco inibiu a formação de raízes nas estacas (27,5% de estacas enraizadas). No mesmo trabalho, um outro experimento realizado com a mesma espécie não apresentou diferença estatística para a porcentagem de estacas enraizadas entre tratamentos com as seguintes concentrações de IBA em talco: 500, 1000, 1500 e 2000 mgL⁻¹.

ACHARYA et al. (2001), em experimento com *Ginkgo biloba*, observaram que o melhor substrato para o enraizamento desta espécie foi uma composição de solo com pH ácido. No presente trabalho, os melhores resultados no enraizamento foram obtido com o coxim, que segundo DOLE e WILKINS (1999) é um substrato de pH ácido (de 4,5 a 6,9).

PIMENTA (2003) comparou o enraizamento de *Sapium glandulatum* em vermiculita e casca de arroz carbonizada e observou que a última é mais eficiente na primavera, embora a porcentagem de enraizamento tenha sido baixa (4,2%).

TABELA 12- Resultados da comparação de médias para número de raízes e comprimento das três maiores raízes por estaca enraizada de *Ginkgo biloba*, provenientes da interação dos 6 tratamentos com fitorregulador e dos 3 substratos.

Tratamentos	NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA			COMPRIMENTO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA (mm)		
	Areia	Coxim	CAC	Areia	Coxim	CAC
0mgL ⁻¹	1,54 bc A	1,39 c A	1,35 b A	8,44 bc A	4,65 b A	5,44 a A
4000 mgL ⁻¹	2,13 ab A	1,41 c A	1,19 b A	10,54 abc A	5,85 ab AB	2,75 a B
8000 mgL ⁻¹	2,49 ab A	2,12 bc A	1,64 b A	15,97 a A	9,77 ab	6,48 a B
0mgkg ⁻¹	0,38 c B	1,64 c A	1,25 b AB	5,67 c A	6,19 ab A	2,63 a A
4000 mgkg ⁻¹	3,27 a A	3,01 ab AB	2,12 ab	12,93 ab A	10,21 ab AB	6,89 a
8000 mgkg ⁻¹	2,14 ab	3,54 a A	3,00 a AB	5,00 c	11,22 a A	5,70 a B
Média	1,99	2,19	1,76	9,76	7,98	4,98

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, para tratamentos com IBA, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, para substratos, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

CAC: Casca de arroz carbonizada

Para a variável número de raízes por estaca houve interação entre os dois fatores analisados (Tabela 10) e o teste de comparação de médias está apresentado na Tabela 12. De maneira geral, quando se compara o desempenho dos três substratos nos tratamentos em solução verifica-se que não há diferença estatística entre eles. Já para os tratamentos em talco, é possível perceber diferença estatística do coxim e areia nas concentrações de 0 e 8000 mgkg⁻¹ IBA e da areia e casca de arroz carbonizada na concentração de 4000 mgkg⁻¹ IBA.

Comparando os tratamentos utilizados em cada substrato, para a variável número de raízes por estaca, com o uso da areia, a aplicação de 0 mgkg⁻¹ IBA diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, com exceção de 0 mgL⁻¹ IBA. Já com o coxim e com a casca de arroz carbonizada, o maior número de raízes por estaca foi observado nos tratamentos de 4000 e 8000 mgkg⁻¹ IBA (3,01; 3,54; 2,12 e 3,00 raízes por estaca em média, respectivamente), os quais não diferiram estatisticamente entre si. O número de raízes por estaca é um fator importante a ser considerado, uma vez que mudas com sistema radicial vigoroso terão maiores chances de sobrevivência quando transplantadas para o campo (REIS et al., 2000).

Para a variável comprimento das três maiores raízes por estaca, houve interação entre os dois fatores analisados (Tabela 10). De maneira geral, quando comparados os três substratos, a areia e o coxim apresentaram os maiores resultados. Utilizando a areia como substrato, o melhor resultado foi obtido com IBA na concentração de 8000 mgL⁻¹, apesar deste tratamento não diferir estatisticamente dos tratamentos com 4000 mgL⁻¹ IBA e 4000 mgkg⁻¹ IBA. Utilizando o coxim como substrato, o tratamento com 8000 mgkg⁻¹ IBA foi o que apresentou maior comprimento de raízes (11,22mm em média), porém não diferiu estatisticamente dos demais, exceto daquele com 0mgL⁻¹ IBA, com raízes de 4,65 mm em média. Já na casca de arroz carbonizada, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos para esta variável (Tabela 12).

VALMORBIDA e LESSA (2005), utilizando areia como substrato, obtiveram até 80,55% de enraizamento em estaquia de *Ginkgo biloba*, com comprimento médio das raízes de 17,8mm. No presente trabalho, a maior média de comprimento das raízes (15,97mm) foi observada no tratamento com 8000 mgL⁻¹ IBA, utilizando areia como substrato.

Quanto às variáveis porcentagem de estaca vivas e com calos, não foi observada interação entre os fatores analisados (Tabela 10). Os tratamentos com 4000 e 8000 mgkg⁻¹ IBA foram os que apresentaram as menores porcentagens de estacas vivas em cada substrato utilizado.

A formação de calos foi influenciada pelos substratos, mas não pelos tratamentos com IBA e o coxim parece ser aquele que mais proporciona a formação de calos (Tabela 13), apesar de não diferir estatisticamente da casca-de-arroz carbonizada em nenhum dos tratamentos. Foi observado no momento da avaliação que grande parte das estacas enraizadas apresentaram formação de calos, o que poderia ser um indicativo de enraizamento futuro, já que, segundo HAMANN (1998), naquelas espécies consideradas de difícil enraizamento geralmente há formação de calos precedendo a formação de raízes. Desta forma, se as estacas fossem deixadas por mais tempo na casa-de-vegetação poderia ter sido observada a formação de raízes.

Para a variável porcentagem de estacas mortas, a análise de variância mostrou que há interação entre os fatores estudados (Tabela 10). Nas concentrações de 4000 e 8000 mgL⁻¹ IBA, não houve diferença significativa entre os substratos, enquanto nos demais tratamentos, o coxim apresentou as menores taxas de mortalidade, diferindo estatisticamente dos demais, exceto no tratamento com 0 mgL⁻¹ IBA (Tabela 13).

TABELA 13- Resultados da comparação de médias para porcentagem de estacas de *Ginkgo biloba* vivas, com calos e mortas, provenientes da interação dos 6 tratamentos com fitorregulador e dos 3 substratos.

Tratamentos	ESTACAS VIVAS (%)									ESTACAS COM CALOS (%)									ESTACAS MORTAS (%)								
	Areia			Coxim			CAC			Areia			Coxim			CAC			Areia			Coxim			CAC		
0mgL ⁻¹	55,00	ab	A	35,00	a	A	47,23	a	A	10,00	a	B	43,75	a	A	27,78	a	AB	25,00	ab	A	2,50	a	B	9,72	bc	B
4000 mgL ⁻¹	52,50	abc	A	22,50	ab	B	38,89	a	AB	16,25	a	B	52,50	a	A	40,28	a	AB	12,50	b	A	6,25	a	A	5,56	c	A
8000 mgL ⁻¹	32,50	bc	A	20,00	ab	A	29,17	ab	A	22,50	a	B	61,25	a	A	40,28	a	AB	13,75	b	A	3,75	a	A	5,56	c	A
0mgkg ⁻¹	63,75	a	A	38,75	a	B	52,78	a	AB	18,75	a	A	37,50	a	A	25,00	a	A	15,00	ab	A	1,25	a	B	12,50	bc	A
4000 mgkg ⁻¹	26,25	c	A	6,25	b	A	6,95	b	A	31,25	a	A	40,00	a	A	44,45	a	A	27,50	a	A	8,75	a	B	19,45	b	A
8000 mgkg ⁻¹	28,75	bc	A	5,00	b	B	4,17	b	B	26,25	a	A	35,00	a	A	37,50	a	A	25,00	ab	B	13,75	a	C	41,66	a	A
Média	43,13			21,25			29,87			20,83			45,00			35,88			19,79			6,04			15,74		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, para tratamentos com IBA, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, para substratos, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

CAC: Casca de arroz carbonizada

4.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente experimento, pode-se concluir que:

- A aplicação de 4000 ou 8000 mgkg⁻¹ IBA, utilizando o substrato coxim, aumenta a porcentagem de enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba*.

4.5 REFERÊNCIAS

- ACHARYA, M.; GHOSH, T. C.; ACHARYA, R.; ACHARYA, K. *Ginkgo* propagation by simple cutting. **Indian Forester**, Dehra Dun, v.127, n. 7, p.827-828, 2001.
- ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.47-55, 1983.
- AWAD, M.; CASTRO, P. R. C. **Introdução à Fisiologia Vegetal**. 2 ed. São Paulo: Biblioteca Rural – Livraria Nobel S/A, 1992, p. 125-129.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores cultivadas no Sul do Brasil**: Guia de identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas. 1 ed. Porto Alegre: Editora Paisagem do Sul, 2004, p. 46-47.
- BORGES, Jr, N.; MARTINS-CORDER, M. P. Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p.223-227, 2002.
- CHIANG, C. H.; WANG, Y. N.; CHANG, K. C.; HWANG, K. C. A study of the germination of seed, cutting and characteristics of seedling in *Ginkgo biloba* L. **Quarterly Journal of the Experimental Forest of National Taiwan University**, v. 10, n. 2, p. 29-36, 1996. (resumo – texto original em chinês).
- CORRÊA, C. F.; BIASI, L. A. Área foliar e tipo de substrato na propagação por estaquia de cipó-mil-homens (*Aristolochia triangularis* Cham. Et Schl.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 233-235, 2003.
- DOLE, J. M.; WILKINS, H. F. **Floriculture**: Principles and Species. 1 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999, 613p.
- EDMOND, J. B.; SENN, T. L.; ANDREWS, F. S.; HALFACRE, R. G. **Fundamentals of horticulture**. 4 ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1957, p.197-208.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F.; **Substratos para a Produção de Mudas Florestais**. IV Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas, Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- HAMANN, A. Adventitious root formation in cuttings of loblolly pine (*Pinus taeda* L.): developmental sequence and effects of maturation. **Trees**, v. 12, p.175-180, 1998.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES Jr, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation**: Principles and Practices. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 880p.
- KÄMPF, A. N. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. 1 ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2000, p.155-158.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 452p.

McMAHON, M. J.; KOFRANEK, A. M.; RUBATZKY, V. E. **Hartmann's Plant Science: Growth, Development and Utilization of Cultivated Plants**. 3 ed. New Jersey: prentice Hall, 2002, 573 p.

MORAES, Neto, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M. Produção de mudas de seis espécies arbóreas, que ocorrem nos domínios da Floresta Atlântica, com diferentes substratos de cultivo e níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 3, p.277-287, 2001.

PIMENTA, A. C. **Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipos de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax**. Curitiba, 2003. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. O.; LIMA, L. C. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.4, p.931-938, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004, 719 p.

VALMORBIDA, J.; LESSA, A. O. Enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba* tratadas com ácido 3-indolbutírico e ácido bórico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23. Suplemento. P.514. 2005.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Coleção Jardinagem e Paisagismo. Série Produção de Mudas Ornamentais. Viçosa: Aprenda Fácil Editora. 1 ed. v. 2. 165 p. 2002.

5 CAPÍTULO III:

ALPORQUIA DE *Ginkgo biloba*

RESUMO

A propagação vegetativa é o método mais utilizado na produção comercial de diversas culturas ornamentais e frutíferas, tendo como vantagens a reprodução de todas as características da planta matriz, uniformidade e produção de produtos de alta qualidade. Dentre os meios de propagação vegetativa está a alporquia, que apresenta a vantagem de uma obtenção rápida, de plantas maiores do que as obtidas em outros métodos, como estaquia ou micropropagação, e reduz a fase juvenil. *Ginkgo biloba* apresenta grande potencial medicinal e ornamental. Esta espécie é dióica, e portanto a produção de mudas por sementes necessita de plantas dos dois sexos. Além disso, seu desenvolvimento é bastante lento, sendo que as plantas somente chegam a idade reprodutiva com cerca de 15 anos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência da técnica de alporquia na propagação vegetativa de *Ginkgo biloba*. Para confecção dos alporques foi realizado o anelamento de ramos lenhosos e a aplicação de diferentes concentrações de ácido indol butírico (IBA) veiculadas em pasta de lanolina, conforme segue: 0, 1500 e 3000 mgkg⁻¹ IBA. A avaliação do experimento foi realizada aos 70 e aos 90 dias após a instalação do experimento. Em ambas as épocas, os tratamentos com 1500 e 3000 mgkg⁻¹ IBA apresentaram porcentagem de alporques enraizados superiores a testemunha. A presença de alporques com calos foi de 100% para todos os tratamentos. Porém, o tratamento com 3000 mgkg⁻¹ IBA foi superior para todas as outras variáveis, sendo indicado para a realização da técnica de alporquia em *Ginkgo biloba*.

Palavras-chave: Ginkgo, mergulhia aérea, ácido indol butírico (IBA), pasta de lanolina, coxim.

ABSTRACT

AIR LAYERING OF *Ginkgo biloba*

The vegetative propagation is the most common method for commercial production of many ornamentals and fruit species. It reproduces every characteristics of the matrice, along with uniformity of production and high quality products. Among all the vegetative production methods is the air layering, which shows advantages as a quicker yield to larger plants compared to others methods, like rooting or micropropagation. *Ginkgo biloba* shows a large medical potential and also ornamental potential. This specie is dioic, and therefore the seed reproduction needs both female and male plant. Moreover its development is very slow, taking about 15 years to achieve the reproductive stage. This study aims to analyse the air layering technique's efficiency in *Ginkgo biloba*'s vegetative propagation. The air layered branches were accomplished by a complete ringing of the woody branches and employing IBA with lanolin paste: 0; 1500; 3000 mgkg⁻¹ concentrations. The experiment analysis was made after 70 and 90 days from its installation. In both estimates, the treatments with 1500 and 3000 mgkg⁻¹ IBA have shown high percentages of rooted air layered branches compared to the control. The presence of air-layered branches with callus was of 100 % for all the treatments. The treatment with 3000 mgkg⁻¹ IBA resulted in higher values for all the other variables, thus, it can be recommended *Ginkgo biloba*'s air layering technique.

Key words: Ginkgo, air layering, indolebutyric acid (IBA), lanolin paste, coir dust.

5.1 INTRODUÇÃO

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) é uma árvore caducifolia, dióica, com folhas dispostas na forma de leque, irregularmente lobadas. Esta é a única espécie viva da divisão Ginkgophyta (LORENZI; MATOS, 2000; LORENZI et al., 2003). No outono sua folhagem se torna amarelada, o que a torna bastante valorizada em jardinagem. Como é resistente à poluição aérea, atualmente é bastante cultivada em parques urbanos e ao longo das ruas em regiões temperadas (RAVEN et al., 2001).

Além do potencial ornamental, *Ginkgo* apresenta grande potencial medicinal e vem sendo bastante estudada neste campo da ciência. Há descrições de sua utilização pela medicina popular chinesa em 2800 a.C., para casos de doenças respiratórias. As folhas são a matéria-prima mais utilizada para obtenção de compressas, chás, extratos espessos e secos, até produtos otimizados em formas farmacêuticas sólidas. *Ginkgo* contém dois grupos de substâncias químicas farmacologicamente importantes: diterpenos conhecidos como gincolídeos, e os flavonóides, com propriedades de captadores de radicais livres. É indicada em casos de arteriopatas crônicas e como corretivo dos sintomas da diminuição intelectual patológica de pessoas idosas, dentre outras (SIMÕES et al., 2003).

Por ser esta uma espécie dióica, a produção de mudas por sementes necessita de plantas dos dois sexos e de uma eficiente reprodução. A eventual ausência de exemplares masculinos ou femininos pode dificultar sua propagação. Além disso, o desenvolvimento desta espécie é bastante lento, sendo que as plantas somente chegam à idade reprodutiva com cerca de 15 anos (KUANTEN, 2004).

A propagação vegetativa ou clonal é o método de propagação mais utilizado na produção comercial de diversas culturas ornamentais e frutíferas tendo como vantagens a reprodução de todas as características da planta matriz, uniformidade nas populações e produção de produtos padronizados de alta qualidade (HARTMANN et al., 2002). A propagação vegetativa pode ser também uma boa alternativa para a reprodução de plantas que produzem poucas sementes e/ou para aquelas cujas sementes germinam com dificuldade (EDMOND et al., 1957).

A técnica de alporquia, também conhecida como mergulhia aérea, consiste na indução do enraizamento de ramos por meio de um anelamento envolvido com substrato. Após as raízes serem formadas na parte apical do anelamento, aquele ramo pode ser separado da planta matriz (HARTMANN et al., 2002). O anelamento permite que os fotoassimilados e hormônios transportados pelo floema sejam retidos na região do alporque e assim disponibilizados para a indução radicial (SILVA et al., 1993; HARTMANN et al., 2002; ARAÚJO et al., 2004). Dentre os hormônios que podem ser acumulados na região do anelamento está o ácido indol acético (IAA), uma auxina natural promotora do crescimento das plantas, sintetizada principalmente nos meristemas apicais e em folhas jovens (AWAD; CASTRO, 1992).

As auxinas induzem a formação de raízes adventícias em estacas porque são capazes de reverter a diferenciação celular, causando desdiferenciação e reinstalando o processo de divisão celular (MOHR; SCHOPFER, 1995). O ácido indol butírico (IBA) e o ácido naftaleno acético (NAA) são auxinas sintéticas que apresentam propriedades semelhantes ao IAA, e portanto podem estimular a indução radicial, tanto em alporques como em estacas (ALVARENGA; CARVALHO, 1983; ONO et al., 1994).

Porém, a aplicação de fitorreguladores não garante necessariamente um incremento no enraizamento de alporques e estacas. Isto pode ser explicado por uma quantidade suficiente pré existente de auxinas endógenas capazes de promover o enraizamento dos mesmos (KERSTEN et al., 1994).

Há diversos trabalhos realizados com *Ginkgo biloba* na área farmacológica, porém poucos na área de propagação vegetativa. PING et al. (2000) utilizaram técnicas de micropropagação por meio de cultura de tecidos *in vitro*, obtendo sucesso no desenvolvimento de gemas axilares e brotos. Brotos e raízes de *G. biloba* também foram desenvolvidos a partir de calos por YUN e JIONG (2001).

De acordo com SILVA et al. (1993) o sucesso da técnica de alporquia depende de vários fatores, tais como a espécie vegetal, estágio de desenvolvimento da planta, local do ramo onde se realizou o anelamento, relação carbono/nitrogênio, substrato utilizado e fatores ambientais.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência da técnica de alporquia na propagação vegetativa de *Ginkgo biloba*.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Campo Largo - PR, durante os meses de setembro a dezembro de 2004. As plantas matrizes de *Ginkgo biloba* utilizadas para a realização da alporquia possuíam cerca de 6 anos de idade e estavam no início de rebrota, saindo do período de dormência.

Para confecção dos alporques foram utilizados ramos lenhosos, com cerca de 1,0 a 1,5 cm de diâmetro, nos quais foi realizado um anelamento completo de cerca de 2,0 cm de largura, com o uso de canivete comum, a uma distância aproximada de 30 a 40 cm abaixo do ápice dos mesmos. Em cada região anelada foi aplicada pasta de lanolina contendo as seguintes concentrações de ácido indol butírico (IBA): 0, 1500 e 3000 mgkg⁻¹ IBA, cada qual perfazendo um tratamento. Os alporques formados foram revestidos com sacos de polipropileno contendo fibra de casca de coco granulada (coxim) como substrato, previamente umedecido, e fechados nas extremidades por barbante (Figura 09. A e B).

O experimento foi montado num esquema em blocos ao acaso, onde as árvores representam o bloco, com 2 determinações por tratamento, totalizando 6 alporques por árvore, num total de 5 blocos (30 alporques). A avaliação do experimento foi realizada em duas épocas, aos 70 e aos 90 dias após a instalação do experimento, observando-se a porcentagem de alporques enraizados, o número de raízes formadas/alporques, o comprimento das 3 maiores raízes formadas/alporque e a porcentagem de alporques com calos. Após a avaliação aos 70 dias, os alporques foram novamente fechados com o substrato, sendo reavaliados aos 90 dias.



Figura 09 - Alporquia de *Ginkgo biloba*. A. e B. Confecção do alpoque. C. Alporque enraizado. D. Raízes formadas.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância do efeito dos tratamentos com diferentes concentrações de IBA revelou significância estatística para todas as variáveis analisadas.

Os tratamentos com 1500 e 3000 mgkg⁻¹ IBA se apresentaram estatisticamente diferentes e superiores, nas duas épocas de avaliação, quando comparados à testemunha para a variável porcentagem de alporques enraizados (Tabela 14). Este dado é extremamente relevante pois a adição do fitorregulador acelerou e ampliou a porcentagem de sucesso da alporquia. Segundo SILVA et al. (1993), quanto mais rápido ocorrer o enraizamento, mais rapidamente o alporque poderá ser separado da planta matriz, diminuindo o tempo de exposição dos ramos a condições adversas. Além disso, a alporquia apresenta como vantagens a independência de infra-estrutura e a produção de mudas já adaptadas às condições ambientais (CASTRO; SILVEIRA, 2003).

No entanto, nem sempre a adição de fitorreguladores promove o enraizamento dos alporques. Para jambeiro vermelho, a adição de IBA não aumentou o número de alporques enraizados, onde a maior porcentagem de enraizamento (6,2%) foi encontrada no tratamento sem fitorregulador (BENASSI et al., 2004).

TABELA 14- Resultados obtidos entre os diferentes tratamentos aos 70 e 90 dias após a realização dos alporques de *Ginkgo biloba*.

Tratamentos (mgKg ⁻¹ IBA)	Alporques enraizados (%)		Número de raízes/alporque		Comprimento das 3 maiores raízes/alporque (cm)		Alporques com calos (%)	
	70	90	70	90	70	90	70	90
0 mgkg ⁻¹	20,00 b	30,00 b	0,40 b	1,40 b	0,86 b	2,46 b	100,00 a	100,00 a
1500 mgkg ⁻¹	50,00 a	60,00 ab	2,20 b	2,30 b	1,72 a	2,45 b	100,00 a	100,00 a
3000 mgkg ⁻¹	80,00 a	80,00 a	5,60 a	9,40 a	2,62 a	6,68 a	100,00 a	100,00 a
C.V. (%)	47,26	37,78	52,17	22,61	39,98	20,95	0,00	0,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento com 3000 mgkg⁻¹ IBA foi estatisticamente superior aos demais para a variável número de raízes/alporques aos 70 e 90 dias (Tabela 14). A ação do fitorregulador, neste caso, não só promoveu o enraizamento como também

aumentou o número de raízes (Figura 09. C e D). ARAUJO et al. (2004) observaram que o anelamento do ramo provoca a maior concentração de carboidratos no local de retirada da casca, sendo que o acúmulo destes beneficiaria a formação de raízes adventícias em alporques de lichia. Porém, para *Ginkgo biloba* somente o anelamento não foi o suficiente para a formação de raízes adventícias, sendo necessária a adição de auxinas sintéticas para otimizar a formação destas.

Em experimento de alporquia com três espécies de *Rizhophora*, o enraizamento foi estimulado pela exclusão de luz (estiolamento) na região do alporque. A aplicação de IBA aumentou a porcentagem de enraizamento, chegando a cerca de 48% (EGANATHAN et al., 2000).

A análise da variável comprimento das três maiores raízes/alporques foi superior para os tratamentos com 1500 e 3000 mgkg⁻¹ IBA (Tabela 14). Este resultado provavelmente deve estar relacionado à ação do IBA na indução da formação das raízes adventícias, o que não ocorreu na testemunha (0 mgkg⁻¹ IBA).

A presença de calos foi observada em todos os alporques de todos os tratamentos (Tabela 14). Os calos apresentavam uma coloração esbranquiçada e aspecto friável formando saliências. Este fato indica que o surgimento desse tecido indiferenciado é uma condição para a formação de raízes adventícias nessa espécie. Visualmente observa-se que as raízes surgem a partir desses tecidos, sendo essas frágeis, se desprendendo com facilidade do ramo.

PACHECO et al. (1998) no entanto, observaram que em alporques de *Vitis rotundifolia* a formação das raízes adventícias teve origem endógena e com formação nas proximidades da região cambial e não do tecido caloso. Ainda, segundo os autores, a aplicação de auxina exógena não afetou o enraizamento.

5.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente experimento, pode-se concluir que:

- A alporquia de *Ginkgo biloba* é uma técnica viável para a indução do enraizamento em 70 dias
- Os melhores resultados no enraizamento dos alporques foram obtidos com aplicação de 3000 mg kg^{-1} IBA veiculado em pasta de lanolina.

5.5 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.47-55, 1983.

ARAUJO, J. P. C. de; FILHO, J. A S.; RODRIGUES, A. Alporquia em Lichia: Épocas e concentrações de carboidratos solúveis em ramos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, Florianópolis, **Anais...** Resumos Expandidos em CD, 2004.

AWAD, M.; CASTRO, P. R. C. **Introdução à Fisiologia Vegetal**. 2 ed. São Paulo: Biblioteca Rural – Livraria Nobel S/A, 1992. p.125-129.

BENASSI, A. C.; ALMEIDA, E. J. de; JUNIOR, E. J. S.; JESUS, N. de; GANGA, R. M. D.; MARTINS, A B. G. Propagação do jambeiro vermelho por alporquia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, Florianópolis, **Anais...** Resumos Expandidos em CD, 2004.

CASTRO, L. A. S. de; SILVEIRA, C. A P. Propagação vegetativa do pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.25, n.2, p.368-370, 2003.

EDMOND, J. B.; SENN, T. L.; ANDREWS, F. S.; HALFACRE, R. G. **Fundamentals of horticulture**. 4 ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1957. p.197-208.

EGANATHAN, P.; CHALUVADI, S. R.; ANAND, A.; BALAKRISHNA, P. Propagation of Rhizophora species through viviparous hypocotyl cuttings and air layering. **Indian Forester**, Dehra Dun, v. 126, n. 11, p. 1222-1230, 2000.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES Jr, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.

KERSTEN, E.; TAVARES, S. W.; NACHTIGAL, J. C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p.215-222, 1994.

KUANTEN, C. **The Ginkgo Pages**; <http://www.xs4all.nl/~kwanten/>; acessado em: 20/07/2004.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas**. 1 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2000. p.36.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores Exóticas no Brasil: Madeiras, Ornamentais e Aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2003. p.44.

MOHR, H.; SCHOPFER, P. **Plant Physiology**. 1 ed. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1995, p.386-389.

ONO, E. O.; BARROS, S. A. de; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. de Enraizamento de estacas de *Platanus acerifolia* tratadas com auxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.1373-1380, 1994.

PACHECO, A. C.; CASTRO, P. R. C.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Aspectos anatômicos do enraizamento da videira muscadínia (*Vitis rotundifolia* Michx.) através de alporquia. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 210-217, 1998.

PING, H. G.; HUA, D. X.; YONG, Y.; LIN, H. F.; GIANG, F. Z.; JUAN, Z. H. Effects of various factors on the growth and development of cultured axillary buds of *Ginkgo biloba* in vitro. **Forest-Research**, v.13, n.2, p. 217-221, 2000.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 906p.

SILVA, K. M. B.; ALMEIDA, F. C. G.; ALMEIDA, F. A. G.; SILVA, P. S. L.; ALBURQUERQUE, J. J. L. de Efeito do substrato no enraizamento de alporques do urucuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.101-106, 1993.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. de; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: Da Planta ao Medicamento**. 5 ed. Florianópolis: Editora de UFSC; Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. 1102p.

YUN, L. Y.; JIONG, J. Y. In vitro culture of buds of *Ginkgo biloba* L. **Sichuan Daxue Xuebao Ziran Kexueban**. v.38, n.3, p.412-416, 2001.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando os resultados obtidos no experimento instalado no inverno de 2004 (Capítulo I) com os resultados do experimento instalado no inverno de 2005 (Capítulo II), pode-se observar que a vermiculita não foi um substrato adequado para o enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba*, uma vez que a mortalidade nos outros substratos foi bem menor.

Pode-se observar ainda, que os tratamentos em talco apresentaram resultados satisfatórios quanto à porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes por estaca e comprimento médio das três maiores raízes por estaca, o que combinado ao melhor desempenho em substratos mais drenados como o coxim, pode indicar que a aderência do talco na base da estaca talvez seja um fator importante no enraizamento, uma vez que com menor umidade, o talco permanece por mais tempo aderido à base da estaca e tem assim, maior persistência na mesma.

Sugere-se a realização de novos trabalhos relacionados à propagação vegetativa de *Ginkgo biloba*, considerando novas possibilidades como:

- Tamanho das estacas;
- Novas concentrações de fitorreguladores;
- Combinações de substratos;
- Duplicatas com estacas enfolhadas na primavera/verão;
- Alporquia com diferentes concentrações de fitorreguladores;
- Alporquia com um diferente veículo do fitorregulador.

7 REFERÊNCIAS

- ACHARYA, M.; GHOSH, T. C.; ACHARYA, R.; ACHARYA, K. *Ginkgo* propagation by simple cutting. **Indian Forester**, Dehra Dun, v.127, n. 7, p.827-828, 2001.
- ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.47-55, 1983.
- ARTECA, R. N. **Plant Growth Substances**: Principles and Aplications. New York: Chapman and Hall, 1996, 332 p.
- AWAD, M.; CASTRO, P. R. C. **Introdução à Fisiologia Vegetal**. 2 ed. São Paulo: Biblioteca Rural – Livraria Nobel S/A, 1992, p. 125-129.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores cultivadas no Sul do Brasil**: Guia de identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas. 1 ed. Porto Alegre: Editora Paisagem do Sul, 2004, p.46-47.
- BEAKBANE, A. B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. **Nature**, v. 192, n. 4806, p. 954-955, 1961.
- BHARATHY, P. V.; SONAWANE, P. C.; SASNU, A. Effect of plant growth regulators, type of cutting and season on rooting of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cuttings. **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v.61, n.4, p. 338-341, 2004.
- BLEASDALE, J. K. A. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária Ltda.; Editora da Universidade de São Paulo, 1977, 176 p.
- BOLIANI, A. C.; SAMPAIO, V. R. Efeitos do estiolamento basal e do uso do ácido indol-butírico no enraizamento de estacas de nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindley). **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.7, n.1, p.51-63, 1998.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical**. 1 ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2001, 132p.
- DAVIES, Jr, F. T. Shoot RNA, cambrial activity and indolebutyric acid effectivity in seasonal rooting of juvenile and mature *Ficus pumila* cuttings. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 62, n. 4, p.571-575, 1984.
- DIAZ-SALA, C.; HUTCHISON, K. W.; GOLDFARB, B.; GREENWOOD, M. S. Maturation-related loss in rooting competence by loblolly pine stem cuttings: the role of auxin transport, metabolism and tissue sensitivity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 97, n. 3, p.481-490, 1996.
- DOLE, J. M.; WILKINS, H. F. **Floriculture**: Principles and Species. 1 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999, 613p.

EDMOND, J. B.; SENN, T. L.; ANDREWS, F. S.; HALFACRE, R. G. **Fundamentals of horticulture**. 4 ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1957, p.197-208.

EGANATHAN, P.; CHALUVADI, S. R.; ANAND, A.; BALAKRISHNA, P. Propagation of *Rhizophora* species through viviparous hypocotyl cuttings and air layering. **Indian Forester**, Dehra Dun, v. 126, n. 11, p. 1222-1230, 2000.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. 13 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 293p. 1997.

FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.19, n.1, p.113-121, 1997.

FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed, vol. 2, São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1985, 402 p.

GOLD, P. E.; CAHILL, L.; WENK, G. L. As controvérsias do *Ginkgo biloba*. **Scientific American Brasil**, ano 2, n.13, junho de 2003, p. 84-89.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. **Substratos para a Produção de Mudas Florestais**. IV Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas, Universidade Federal de Viçosa, 2004.

GOODIN, J. R. Anatomical changes associated with juvenile-to-mature growth phase transition in *Hedera*. **Nature**, v. 208, n. 5009, p. 504-505, 1965.

HAMANN, A. Adventitious root formation in cuttings of loblolly pine (*Pinus taeda* L.): developmental sequence and effects of maturation. **Trees**, v. 12, p.175-180, 1998.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES Jr., F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 880p.

HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999, 512 p.

http://sciam1.locaweb.com.br/sciam/materia.aspx?mat_codigo=29; 21/01/04; 15:20 h.

JACKSON, M. B. **New Root Formation in Plants and Cuttings**. 1 ed. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1986, 265 p.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução à Taxonomia Vegetal**, 8 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1987, p.198-200.

JOSHI, N. K.; SHARMA, S.; SHAMET, G. S.; DHIMAN, R. C. Studies on the effect of auxin and season on rooting stem cuttings of some important shrubs in nursery beds. **Indian Forester**, Dehra Dun, v. 118, n. 12, p.893-900, 1992.

KÄMPF, A. N. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. 1 ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2000, p.155-158.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 452p.

KERSTEN, E.; TAVARES, S. W.; NACHTIGAL, J. C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p.215-222, 1994.

KUANTEN, C. **The Ginkgo Pages**; <http://www.xs4all.nl/~kwanten/>; acessado em: 20/07/2004; 11:37h.

LI, G. P.; YANG, L. S.; WU, J. C. Study of cutting propagation techniques for ginkgo trees. **South China Fruits**, v. 27, n. 1, p.44, 1998. (resumo – texto original em chinês).

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas**. 1 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2000, p.36.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores Exóticas no Brasil: Madeiras, Ornamentais e Aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2000, p.44.

MAJEROWICZ, N.; FRANÇA, M. G. C.; PERES, L. E. P.; MÉDICI, L. O.; FIGUEIREDO, S. A. **Fisiologia Vegetal: Curso Prático**. 1 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda., 2003, 138 p.

McMAHON, M. J.; KOFRANEK, A. M.; RUBATZKY, V. E. **Hartmann's Plant Science: Growth, Development and Utilization of Cultivated Plants**. 3 ed. New Jersey: prentice Hall, 2002, 573 p.

MOHR, H.; SCHOPFER, P. **Plant Physiology**. 1 ed. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1995, p. 386-389.

MOTTA, E. P. **Técnicas de Jardinagem: Uma Parceria com a Natureza**. 1 ed. Guaíba: Livraria Editora Agropecuária, 1995, p. 56-58.

NAU, J. **Ball Perennial Manual: Propagation and Production**. 1 ed. Illinois: Ball Publishing, 1996, p. 15-20.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da Fisiologia do Enraizamento de Estacas Caulinares**. Jaboticabal: FUNEP: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia / FCAV: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1996, 83p.

RAO, P. S.; VENKAIAH, K.; MURALI, V.; SATYANARAYANA, V. V. V. Macro-propagation of some medicinal plants of Andhra Pradesh. **Indian Forester**, Dehra Dun, v. 126, n. 12, p. 1265-1269, 2000.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 906 p.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. O.; LIMA, L. C. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.4, p.931-938, 2000.

SAUERBRONN, M. L. **Fitoterapia**: propriedades medicinais e cosméticas da *Ginkgo biloba*. Disponível em: <http://www.syntonia.com/textos/textossaude/textosfitoterapia/propriedadesdaginkgobiloba.htm>. Acesso em: 23/08/2005, 13:00h.

SCHMID, W. *Ginkgo* Thrives. **Nature**, v.386, abril 24, p.755, 1997.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. de; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia**: Da Planta ao Medicamento. 5 ed. Florianópolis: Editora de UFSC; Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003, 1102 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004, 719 p.

TEKLEHAIMANOT, Z.; MWANG'INGO, P. L.; MUGASHA, A. G.; RUFFO, C. K. Influence of the origin of stem cutting, season of collection and auxin application on the vegetative propagation of African Sandalwood (*Osyris lanceolata*) in Tanzania. **Southern African Forestry Journal**, Pretoria, n. 201, p. 13-24, 2004.

VALMORBIDA, J.; LESSA, A. O. Enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba* tratadas com ácido 3-indolbutírico e ácido bórico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, Suplemento, p.514, 2005.

WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. de. **Fisiologia Vegetal**: Produção e pós-colheita. 1 ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2002, 424 p.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia**: Uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. 1 ed. Katia Christina Zuffellato-Ribas, Curitiba, 2001, 39 p.